

1924

ELEMENTE DE GEOLOGIE

Prof. Dr. I. P. VOITEȘTI

Carte premiată de Academia Română, Aprobată de Ministerul de Instrucție  
cu adresa No. 269/IV 1921 pentru clasele a VIII-a R. și <sup>12</sup> de liceu.

Prof. Dr. ION POPESCU-VOITEȘTI

# ELEMENTE DE GEOLOGIE



CU

O PRIVIRE GENERALĂ ASUPRA  
GEOLOGIEI ROMÂNIEI

EDITIA II.

C. I. U. J. 1024.  
INSTITUT DE ARTĂ GRAFICĂ „ARDEALUL”.

Prețul 110 Lei.

Fl. Bratu.  
1930.  
Prof. Lic. R. de vel



# ELEMENTE DE GEOLOGIE

CU

O PRIVIRE GENERALĂ ASUPRA GEOLOGIEI  
ROMÂNIEI

(cu 351 figuri în text și o hartă geologică în color)

DE

Prof. Dr. ION POPESCU-VOITEȘTI

Profesor de Geologie și Paleontologie la Universitatea din Cluj.

---

EDIȚIA II-A.

---

*Carte premiată de Academia Română. Aprobată de Ministerul de Instrucție  
cu Adresa No. 269/IV 1921 pentru clasele a VIII-a R. și M. de liceu*



CLUJ, 1924.

EDITURA INSTITUTULUI DE ARTE GRAFICE „ARDEALUL”  
[STRADA MEMORANDULUI 22.]



## PREFAȚA.

Era de mult simțită nevoia unei cărți didactice românești de geologie, în care noțiunile de geologie elementară, ca și acelea privitoare la geologia României, să fie astfel prezentate, încât, pe lângă nevoile didactice, să folosească și celor ce ar voi să facă cunoștință mai de aproape cu episoadele mari din istoria trecutului geologic al pământului.

Pentru satisfacerea acestei nevoi am alcătuit manualul de față și cred că am reușit, să dau acestei științe ce și ce din viața la care o chină bogățiile noastre minerale și nevoile noastre economice actuale. Pentru a o face cât mai atractivă, am căutat să prezint fenomenele geologice nu ca pe niște rezultate reci, moarte, ale unui trecut viu; ci ca acte vii ale vieții pământului, ce se imprimă zi de zi, secundă cu secundă, în structura scoarței sale, și în înălțuirea lor firească. În vederea aceasta, n'am considerat diferitele acte și episoade geologice, căzute pur și simplu numai în spațiu, ca într'un muzeu, ceace ar fi dat descrierilor acel colorit posomorât și lipsit de viață; ci am căutat întotdeauna să le prezint și în timp, deci în mișcare, în activitate, spre a le da viața, pe care în realitate ele o și au.

Desvoltarea uneori mai mare, cu cea prevăzută de programul oficial al claselor a VIII R. și M., ce am dat unora dintre capitole, precum și introducerea de capitole necesare de acest program, am făcut-o din motive ușor de înțeles.

Aceste programe datează din timpul când importanța studiului geologiei la noi era recunoscută abia de câțiva; de pe când cei chemați a aproba aceste programe nici nu bănuiau sprijinul extraordinar de mare, ce geologia era chemată să dea ridicării noastre economice și industriale.

Am finit apoi să vin în ajutorul nu numai al elevilor, ci și în al colegilor, profesori de licee și de școli similare, procurându-le un mijloc de a cunoaște în linii generale geologia României, indi-



cându-le în acelaș timp și terminologia geologică românească, pe care, din lipsă de manuale românești mai dezvoltate, erau nevoiți a și-o forma singuri, prin traduceri nepotrivite de multe ori, după manualele străine la care erau avizați.

Și în fine am mai crezut că, un astfel de manual poate servi și celor care, deși nu se specializează în geologie, au totuși nevoie de cunoștințele sumare și precise ale acestei științe, ca geografi și inginerii; având însă grija, ca tot aceea se nu consider indispensabil pentru liceu, să apară în text cu litere mici.

Cluj, 1924.

Prof. Dr. I. P.-VOITEȘTI.

## I. INTRODUCERE.

### OBIECTUL GEOLOGIEI; METODA SA DE LUCRU; LEGĂTURA SA CU ȘTIINȚELE INRUDITE; DIVIZIUNEA STUDIULUI ȘI APLICĂȚIUNILE EI.

**Obiectul Geologiei.** — Dacă ne-am închipui pământul desbrăcat de podoaba-i de verdeată și de stratul subțire de deasupra-i, *solul*, din care plantele și animalele își iau hrana; suprafața *subsolului* său ni s'ar înfățișa alcătuită din roce de diferite feluri, unele stratificate ca: sarea, cărbunii, argila, piatra de var, etc. iar altele nestratificate ca: granitul, bazaltul, etc.; cu un cuvânt scoarța pământului ar prezenta aspectul pe care-l putem vedea fiecare dintre noi în malurile desgolite ale văilor mai adânci din regiunea dealurilor și mai ales a munților.

Știința care se ocupă cu studiul alcătuirii globului pământesc, cu modul de formare al rocilor ce-l constituiesc, precum și cu modificările neurmate, ce aceste roce au încercat și încearcă mereu și azi sub ochii noștri, este **Geologia**.

Cu alte cuvinte, **Geologia**<sup>1)</sup> este știința, care se ocupă cu studiul alcătuirii globului pământesc și al fazelor de dezvoltare prin cari el a trecut, până să ajungă la forma și constituția sa actuală.

**Metoda de lucru.** — Sunt puține științe, cari să îmbrățișeze un câmp de studiu atât de întins ca geologia. Și spre a-și putea ajunge scopul mai cu înlesnire, ea cercetează și observă în mod amănunțit felul de a fi, compoziția și structura actuală a scoarței pământului, precum și modificările ce ea încearcă în zilele noastre; apoi, bazându-se pe felul de desfășurare al fenomenelor geologice actuale, ea caută să deducă natura și felul de desfășurare al fenomenelor ce s'au petrecut în trecutul geologic al scoarței

1) Cuvântul *geologie* vine dela cuvintele grecești *γῆ* (γη) = pământ și *λογος* = cuvânt, vorbire.



pământeste și despre care ne sunt mărturie prețioase, modul de prezentare și structura actuală a rocilor ce o constituie, ea și resturile formelor de viață ce ele conțin.

Spre a ne da mai bine seamă de modul cum geologia își poate ajunge țelul, să luăm un exemplu :

Excursionistul care ar pleca din Sinaia spre Peștera Ialomicioarei, ar observa fără să vrea că, din valea Prahovei și până la Peșteră, felul rocilor se schimbă de trei ori.

Astfel, în Prahova, patul și ambele maluri ale apei sunt formate de strate subțiri de un calcar negru cu vine calcaroase albe, ce alternează pe multe locuri cu bănci de o gresie neagră-cenușie, micacee. Aceste strate sunt răsucite în toate direcțiile în malul stâng al apei, pe când pe cel drept, sub gară și sub clădirile din partea de jos a orașului, ele sunt ridicate aproape vertical.

Începând chiar de deasupra orașului și până dincolo de izvoarele Ialomicioarei, deci aproape întreg masivul Munților Bucegi, se înfățișează format din bucăți mari și mici de diferite roce și în special de bucăți de piatră de var și de roce și șisturi cristaline, unele rotunjite bine, altele colțuroase; unele enorme, uneori chiar stânci întregi, altele mărunte ca pietrișul râurilor și chiar ca nisipul de fine; toate întărite, cimentate laolaltă printr'un mortar calcaros — nisipos.

Din aceste roce conglomeratice-grezoase este format Vârful cu Dor, Babele, Caraimanul și Omul, iar blocul cel mare de piatră de pe Vf. Omul nu-i decât un rest de stâncă grezoasă mai rezistentă, rămas pe loc, după ce ploile și vânturile au desfăcut și cărat părțile mai moi în care el se găsea prins. Tot astfel „Babele” nu sunt decât resturi cimentate mai tare și rămase în relief; atât „Babele” cât și stânca din Vf. Omul reprezentând forme de relief modelate de vânturi și de ploi în masa de conglomerate-grezoase a muntelui.

La Peșteră, ea și mai spre Sud, pe malul drept al Ialomicioarei, felul pietrii se schimbă din nou.

În loc de conglomerate și gresii, ce rămân deasupra și mai spre Nord, ies la iveală de sub ele stânci întregi de calcar, ca acelea în care este săpată peștera, stâncile dela Strunga, de la Cheile Tătarului, etc.

Văzut mai de aproape, se observă, că și masa calcarului variază, la bază fiind ceva mai grezos și roșcat, pe când deasupra e mai alb și mai compact. Către obârșia Ialomicioarei calcarele se ascund sub conglomeratele și gresiile vârfului Omul, de sub care mai apar, ca stânci izolate, în spre Prahova, în pereții sălbatice dela Bușteni și Poiana Tapului, precum și ceva mai la Sud de Sinaia.

Dincolo de Strunga, spre Fundata și Bran, în partea dinspre Tara Bârsei, sub calcare apare un strat subțire de conglomerate

negre, cărbunoase, care împreună cu calcarele se reazămă peste o puternică masă de roce și șisturi cristaline — gneisuri și micașturi cu feldspatul roz — ce constituie fundamentul Munților Bucegi.

În rezumat, ordinea în care am găsit aceste formațiuni este următoarea: calcare negre în strate subțiri în valea Prahovei; peste ele blocuri și stânci de calcar recifal alb, compact, la Poiana Tapului, etc.; stânci calcare în malul drept al Ialomicioarei la Peșteră, la Strunga și la Cheile Tătarului și care în spre Transilvania, împreună cu un banc subțire de conglomerate negre cărbunoase, se reazămă peste șisturile și rocele cristaline din fundamentul munților; totul fiind acoperit de o puternică cuvertură de conglomerate și gresii, ce formează mai ales înălțimile dintre Prahova și Ialomița.

Să considerăm mai de aproape una din aceste formațiuni, de ex. calcarul dela Strunga și dela Peșteră.

Observat cu atenție, el conține o mulțime de scoici de animale marine și mai ales cel superior apare format în majoritate de resturi și schelete întregi de **Coralieri**, ramificați ca tufele și cimentati între ei printr'o masă calcară compactă.

Concluziunile la cari ajungem din aceste observațiuni sunt importante, mai ales cu privire la locul unde și la clima sub care s'au format calcarele acestea.

Mai întâi formele de animale, exclusiv marine, ne arată că în timpul formării calcarelor dela Strunga, regiunea aceasta a țării noastre era ocupată de o mare sau de un ocean de felul mărilor și oceanelor actuale.

Apoi, prezența recifilor de Coralieri, pe lângă că ne indică o mică adâncime a fundului acestor ape, ca în apropierea unui țărm continental sau insular; dar cunoscându-se că în mările actuale ființele acestea nu construiesc recifi decât în apele calde, a căror temperatură nu scade niciodată sub  $+22^{\circ}$ , ne precizează și regimul climateric sub care se dezvoltă viața în acele timpuri în partea aceasta a țării noastre și anume regimul acesta era **tropical**.

Dacă cercetăm acum mai amănunțit și constituția conglomeratelor, ne putem ușor convinge, că atât blocurile de calcar cât și cele de roce și de șisturi cristaline, nu sunt decât bucăți provenite din sfărâmarea calcarului și a rocilor și șisturilor cristaline ce se găsesc aci sub ele, deci roce de felul celor ce am găsit la Peșteră, la Cheile Tătarului și la Strunga. Deci nici un element străin de regiune. Atunci, concluzia care se impune dela sine este că, după depunerea calcarului (Jurasic), regiunea aceasta a țării, prin o ridicare în masă a fundului apelor, devenise (Cretacic) țărm de mare, ale cărui roce (calcare, roce și șisturi cristaline) izbite și sfărâmate în continu de valuri, au procurat materialul din care s'au alcătuit, prin sedimentare în regiunea de țărm a mării, conglomeratele și gresiile ce formează azi Bucegii, acoperind pe toate celelalte formațiuni ale regiunii.



Afară de reconstituirea acestor mici episoade din trecutul geologic al Bucegilor, studiul raporturilor dintre aceste formațiuni și modul lor de a se prezenta azi, ne conduce la concluziuni și de alt ordin decât cel stratigrafic, la concluziuni privitoare la mișcările și dislocările suferite de rocele scoarței globului în general și de cele din Bucegi în special.

Astfel, studiul stratigrafic general al regiunii ne învață, că exceptând șisturile și rocele cristaline, cea mai veche formațiune sedimentară dintre cele întâlnite, aci, este calcarul dela Strunga și dela Peșteră (Jurasic); apoi vin calcarele negre (Cretacic inferior) din valea Prahovei și în fine, cea mai nouă formațiune, afară de aluviunile și de terasele Prahovei și Ialomiței, sunt conglomeratele și gresiile Bucegilor (Cret. mediu).

Se cunoaște în general de toată lumea, că la sedimentele depuse în ape, stratele lor se aștern orizontal. Ori, de și rocele sus amintite sunt sedimente de ape marine, nici una nu și-a păstrat orizontalitatea primitivă, calcarele negre găsindu-se răsucite și cutate în toate direcțiile; conglomeratele și gresiile de Bucegi înclinând în general în spre Ialomița, spre W; iar calcarul dela Strunga înclinând ușor spre E, de altfel ca și șisturile cristaline pe cari ele se reazămă, cu deosebire că acestea din urmă au o înclinare mult mai puternică.

Urmează deci din aceste constatări, că stratele tuturor acestor formațiuni au suferit dislocări puternice ulterior depunerii lor și prin faptul că felul de cutare al unei formațiuni nu concordă cu acela al celorlalte, mai urmează că forțele, cari au provocat cutările, s'au manifestat în mai multe rânduri: întâi adată înaintea sedimentării calcarului de Strunga, când au fost cutate șisturile cristaline; a doua oară după depunerea calcarelor negre, și o a treia oară după sedimentarea conglomeratelor și gresiilor de Bucegi; cutările mai nouă, cutând și dislocând din nou toate formațiunile acestea.

Din acest exemplu reese limpede că geologia este o știință de observație pe teren, de observație justă; iar geologul conștiințios și obiectiv, cercetând felul și raporturile rocilor ce alcătuiesc globul terestru, ne poate dovedi că știința aceasta a pietrelor nu-i așa de rece și lipsită de interes, cum și-o închipue unii.

**Științele înrudite.** — Se înțelege, că spre a duce la bun sfârșit scopul ce urmărește, Geologia recurge la ajutorul multor științe înrudite, sau cari au ca obiect studiul globului pământesc.

Astfel, spre a putea stabili locul Pământului în spațiu și raporturile lui cu corpurile cerești, ea face apel la **Astronomie** și la **Matematică**.

Pentru studiul elementelor din care este constituită materia Pământului, ea cere ajutorul **Chimiei** și **Fizicii**, și pentru cunoaș-

terea modului lor de grupare în constituirea mineralelor și rocilor ea se servește de rezultatele obținute în **Mineralogie** și **Petrografie**.

Pentru stabilirea formelor de animale și vegetale ce au populat scoarța Pământului în timpurile geologice, geologia recurge la studiul **Paleontologiei**, iar pentru stabilirea lanțului evolutiv al vieții pe pământ, pentru care trebuie cunoscute raporturile dintre formele de viață ce au dispărut și cele actuale, ea recurge la studiul **Zoologiei** și **Botanicii**.

În fine pentru explicarea formelor actuale de teren și a raporturilor existente dintre uscat și ape, geologia recurge la **Geografie**, **Meteorologie**, **Hidrologie** și **Oceanografie**.

**Diviziunea studiului.** — Cum vedem deci câmpul de studiu al geologiei este vast, căci ea le unește pe toate aceste științe într'un tot, ea pe niște mari capitole privitoare la studiul Pământului.

Din cauza puternicelor ajutoare însă ce primește dela aceste științe, dezvoltate azi paralel, obiectul studiului geologiei rămâne redus la două mari capitole; **Geologia generală** sau **dinamică**, care se ocupă cu studiul fenomenelor geologice, deci cu studiul modificărilor ce încearcă și a încercat scoarța globului, și **Geologia istorică** sau **stratigrafică**, care se ocupă cu descrierea succesivă a formațiunilor scoarței globului, în decursul evoluției sale geologice.

**Aplicațiunile geologiei.** — Geologia nu se mărginește a înregistra numai date pozitive, din cari să scoată apoi adevărurile științifice; ea joacă un rol mare și în economia omenirii, indicând locul, natura și modul de așezare în scoarța globului al multor materii prime, ce servesc ca bază multor industrii mari, cum sunt: minereurile, cărbunii, petrolul, sarea, etc.; studiu, cu care se ocupă în special **Geologia aplicată**.

Astăzi geologia are așa de multe aplicațiuni în viața practică, încât putem spune, că o țară fără geologie este lipsită de cea mai puternică pârghie a înălțării stării sale economice. Alimentarea orașelor cu apă potabilă, agricultura, regularea cursurilor râurilor, irigațiunile, facerea tunelurilor, trasarea căilor de comunicație și a căilor ferate, așezarea picioarelor de poduri, secarea mlaștinelor, facerea tranșeeilor și a fortificațiilor mai importante, etc., etc., nu se mai pot face la voia întâmplării, ci numai în urma unor studii serioase, la cari geologia contribuiește cu o bună parte.



## II. GENERALITĂȚI.

### 1. PĂMÂNTUL DIN PUNCT DE VEDERE ASTRONOMIC ȘI GEOFIZIC.

#### a) Poziția, mișcarea și raporturile sale în spațiul ceresc. Sistemul solar.

Pământul este un corp ceresc, cu raporturi și o poziție bine stabilită în spațiu.

El face parte din **Sistemul solar**, grupare de planete care împreună cu sateliții lor, se învârtesc împrejurul **Soarelui**, astrul central al sistemului, dela care primese lumină și căldură.

Planetele ce constituie acest sistem, sunt: **Planetele inferioare** (între Soare și Pământ): **Mercur**, **Venus** (Luceafărul) și **Pământul**; apoi **Planetele superioare**, exterioare Pământului: **Marte**, **Jupiter**, **Saturn**, **Uran** și **Neptun** (Fig. 1).

Între Marte și Jupiter se cunosc o mulțime de corpuri cerești mici, numite **Planetoide** și vizibile numai la telescop; cu orbite foarte excentrice și în raport de care uneori sistemul planetar se desparte în două grupe: una internă lor (Mercur, Venus, Pământul și Marte), de planete mici, de densitate mare și puțin turtite la poli, și-o altă grupă, externă lor (Jupiter, Saturn, Uran și Neptun), de planete mari, de densitate mică și foarte turtite la poli.

Planetele în general n'au un contur aparent vizibil cu ochiul și dintre acestea Mercur și Venus, din cauza prea marelui apropiere de Soare, nu sunt vizibile decât după apusul sau înaintea răsăritului Soarelui; iar Uran și Neptun, din cauza prea marelui depărtări, nu sunt vizibile decât cu telescopul.

Toate aceste planete, împreună cu sateliții lor, execută două feluri de mișcări; una de rotație împrejurul axului lor și alta de translație împrejurul Soarelui. Mișcările acestor corpuri sunt de acelaș sens, **dela apus spre răsărit**, cele de rotație aproximativ în acelaș plan, iar cele de translație în planuri ce diferă puțin unele de altele, după niște orbite puțin excentrice și cari se departează foarte puțin de zona **Zodiacului**.

**Pământul**, ca orice planetă, execută în spațiu două feluri de mișcări: una **diurnă** de rotație în jurul axului său în timp de 24 de ore (23°, 56', 4'') și alta de **translație** în jurul Soarelui, în timp de un an (an sideral 365, 6°, 9', 10'', 7; an tropic 365°, 15', 40'', 47'', 5). Drumul pe care-l parcurge globul pământesc în spațiu, în timp de un an, este de forma unei elipse, Soarele ocupându-i unul din focare. Axul Pământului fiind înclinat pe planul elipsei cu aproximativ 23°, provoacă inegalitatea zilelor și nopților și variațiunile anuale în distribuția temperaturii, ce suprafața sa primește dela Soare (anotimpurile).

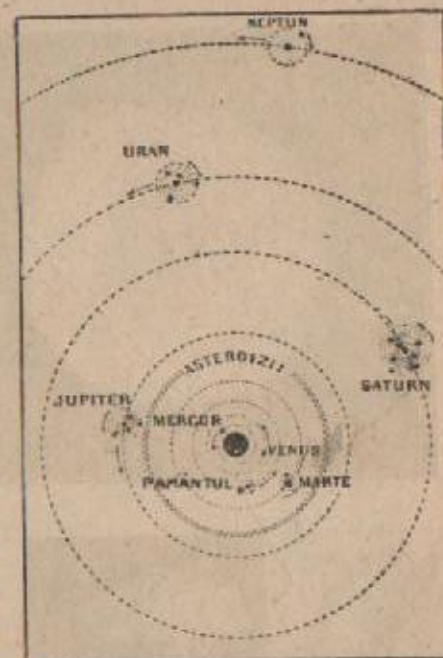


Fig. 1. — Sistemul solar

Dintre corpurile sistemului solar, Soarele și Luna, prezentând raporturi imediate cu Pământul, să le considerăm mai de aproape.

**Soarele** este corpul ceresc central al sistemului. Masa sa sferică întrece de 324.000 de ori masa Pământului și de 700 de ori pe aceea a tuturor planetelor laolaltă. El are un diametru de 1.400.000 km., deci de 109 ori mai mare ca al Pământului; are un volum de 1.390.000 de ori mai mare și o densitate de  $\frac{1}{4}$  ori mai mică (aproximativ 1,4) ca a Pământului; iar depărtarea sa de Pământ este în cifră rotundă de 150.000.000 km.

Observată cu lunete puternice, suprafața Soarelui are un aspect **grăunțos și pătat**, prezentând unele regiuni foarte **strălucitoare** numite **facule**, iar altele apar ca **pete întunecate**, în formă de adâncături mari, care spintecă adânc suprafața sa strălucitoare (Fig. 2a, b și c).

Observată mai ales în timpul eclipselor de soare, suprafața lui se prezintă ca o **masă fluidă, incandescentă**, din care țâșnesc spre exterior niște **flăcări luminoase**, ce se ridică ca **limbi gigantice de foc**<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> S'au putut măsura unele dintre protuberanțe și s'a găsit că ele ating înălțimi de 700.000 km. Deci ele sunt enorme față de diametrul pământului care are numai 12.742 km.



numite **protuberanțe** și cari la analiza spectrală se arată constituite

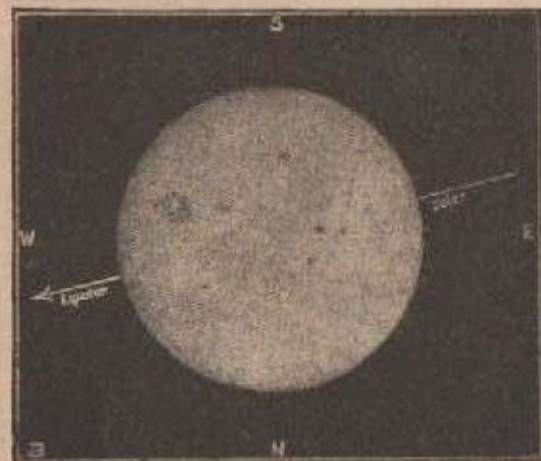


Fig. 2. — a — Fotografia Soarelui și a petelor sale, la 17 August 1919.  
b — O pată solară  
c — O protuberanță.

o coroană luminoasă de gaze, din care țâșnesc **protuberanțele**, ambele vizibile numai în timpul eclipselor.

Soarele execută două feluri de mișcări: una de revoluție ( rotație) în jurul axului său, în timp aproximativ de 25 zile pământene și alta de translație, îndreptându-se cu tot cortegiul său de planete și sateliți lor, cu o viteză de aproximativ 30 km pe secundă în spre constelația Hercule.

Influența soarelui asupra pământului este enormă, când ne gândim că orice manifestare ce se observă la suprafața uscatului (viață, lumină, căldură, etc., etc.) este datorită radiațiilor de căldură, de lumină, chimice, magnetice, etc. ce ne vin dela soare, deși aceste radiațiuni nu reprezintă de cât 1/2.250 dintr'un milion, din totalul ce soarele radiază, a căror căldură totuși socotită în cai

in marea lor majoritate din **hidrogen**. Prin această analiză s'a putut determina învelișul său gazos prezenta: He, Sr, Mn, Fe, H, Na, Ca, Mg, etc. sub formă de corpuri simple, ceea ce denotă că el are la suprafață o temperatură ce trece cu mult de 2.000°.

În general azi se admite că corpurile simple, ce constituiesc soarele, formează un nucleu central incandescent, a cărui temperatură este foarte ridicată<sup>1</sup> —

**globul luminos sau fotosfera**, — poate destul de consistent, deși fluid și cu elemente disociate; iar de jur împrejurul acestuia, o atmosferă gazoasă — **cromosfera**, — în care temperatura este mai scăzută și din cauza aceasta pot avea loc și unele combinațiuni chimice. Elementele volatile formează în jurul cromosferii

putere, aduc suprafeții globului pe fiecare secundă o energie de 2.800 miliarde cai putere.

**Luna**, unicul satelit al Pământului, este corpul ceresc cel mai apropiat de noi, (aproximativ 60 raze terestre). Ea se învârteste dela W la E în jurul Pământului în timp de 27<sup>z</sup> 7<sup>o</sup>, 43', 11'', 5 (revol. sider.) și prin faptul că în această mișcare ea ne prezintă aceeași față, execută în același timp și o mișcare de rotație în jurul axului său.

Luna are un corp aproape sferic, cu o rază de aproximativ 3/11, un volum aproximativ de 1/50 și o masă de aproximativ 1/80 din aceea a pământului. Masa sa are o densitate de aproximativ 3,4. Suprafața Lunii are un aspect complicat și foarte deosebit de acela al scoarței terestre, și fiecare poate observa aceasta,



Fig. 3. — Aspectul munților în Lună (Craterul lui Copernic).

chiar și cu ochiane mai puțin puternice sau numai cu un simplu binoclu (Fig. 3).

Astfel, în loc de creste muntoase liniare, deci cu serii de cute paralele și cu văi profunde între ele, cum prezintă scoarța Pământului, munții ce se observă pe Lună au forme de cratere înelare curioase. Unii circulari mari, uriași (30 mii diametru), cu marginile în forme de diguri înalte, ce închid în interior o câmpie adânc seufundată, din mijlocul căreia răsar deseori ridicături în formă de cratere mai mici. Ei sunt de obicei izolați, uneori apropiați unii de alții, până la alipirea sau chiar la întretăierea lor, și sunt considerați ca cele mai vechi formațiuni muntoase ale Lunii.

Alții, și aceștia sunt cei mai numeroși, sunt constituiți la fel ca primii, doar sunt mult mai mici, prezentând aspectul unor cratere uneori așa de îngâmădite, că păreții lor marginali se confundă.

<sup>1</sup> Se admite a fi de aproximativ 6.500°.



Afară de munți, apar pe Lună și regiuni plane de aspect cenușiu, cari numai cu lunete puternice și când sunt luminate favorabil, ne desvăluiesc și ele neregularitățile ce ascund<sup>1</sup>.

Afară de aceste forme de relief, se mai observă pe Lună încă două feluri de dungi, unele întunecate, altele luminoase, cari brăzdează pe distanțe mari și în linii drepte suprafața sa și cari în jurul munților circulari se dispun în mod radiar.

Cum vedem, este o mare deosebire între aspectul Lunei și al Pământului, deosebiri cauzate de diferențe mari de constituție. Și aceste diferențe par a fi datorite faptului, că rocele stratificate, o consecință imediată a acțiunii apei și aerului și care au influențat direct formele de cutare în lanțuri lungi și paralele ale munților Pământului, par a lipsi cu totul în Lună. De altfel ea pare a fi cu totul lipsită de corpuri gazoase (atmosfera) și lichide la suprafață, sau dacă sunt (unele slabe manifestări vulcanice), sunt așa de slab reprezentate, că nu se pot constata cu destulă siguranță.

Massa Lunii pare deci a fi constituită numai din roce vulcanice întărite, iar craterele mari și mici, comparabile ca formă cu largile cratere ale vulcanilor insulelor Hawai, dar mai ales cu cele din Eifel, în Auvergne, Franța, ar reprezenta cratere de exploziuni gazoase.

În general aspectul vulcanic al Lunii se datorește stărei sale de completă răcire și solidificare, stare finală a evoluției oricărui corp ceresc; așa încât Luna ni se înfățișează ca un corp ceresc fără viață, cu traiul aproape finit; în fine ea n'ar reprezenta decât o mumiă geologică.

#### b) Origina sistemului solar.—Viața astrală a Pământului.

Constatarea că atât Soarele cât și planetele cu sateliții lor au o mișcare de rotație de acelaș sens (W-E) și mișcări de translație al căror drum pe lângă el are acelaș sens,<sup>2</sup> dar și planul elipselor lor puțin excentrice coincide cu planul ecuatorial al astrului central, a condus pe filosoful KANT (1755) și pe astronomul LAPLACE (1795), independent unul de altul, la convingerea, că corpurile cerești, ce alcătuiesc întreg sistemul solar, trebuie să aibă o origină comună.

<sup>1</sup> Din cauza acestui aspect variat al suprafeței sale și prin o coincidență bizară a raportului dintre petele și dungile luminoase și câmpurile și dungile întunecoase, când este Luna plină, pe jumătatea din dreapta a suprafeței sale, apare desemnat un bust feminin cu păr bogat, așezat de profil, privind spre stânga; iar pe jumătatea din stânga, mult mai puțin vizibil, pe planul al doilea, de profil și privind spre dreapta, apare ca desemnat un chip foarte șters de bărbat. Acestor coincidențe bizare se datorește legenda țăranilor noștri, că în Lună se văd, după unii chipurile lui Cain și Abel, după alții chipurile lui Adam și Eva.

<sup>2</sup> Singura excepție o constituiesc sateliții planetei Uranus, ale căror elipse au planurile aproape perpendiculare pe acela al elipselor planetelor.

Ei făurind teoria originii sistemului solar, admit că la început, corpurile cerești ce-l constituiesc, formau laolaltă o **massă mare, sferică, de gaze nebuloase**, cu temperatura foarte ridicată, ale cărei margini întreceau cu mult limita externă actuală a sistemului.

Apoi, fie din cauze externe, ca atracțiunea vreunui alt corp ceresc; fie chiar numai din cauze interne, ca curenții sau vârtejile ce combinațiunile și descompunerile chimice, ce inevitabil prin răcirea treptată a masei s'au putut naște; i-s'a imprimat nebuloasei acesteia o **mișcare de rotație**, mișcare care, prin concentrarea treptată a masei sale, devenea din ce în ce mai repede. Și după cum reiese și din experiențele lui PLATEAU, care provoacă o mișcare repede de rotație și prin aceasta turtirea unei picături de ulei ce stă liberă într-o **massă lichidă** (apă și alcool) și de o densitate egală; din cauza acestei mișcări, odată cu creșterea puterii centrifugale, masa nebuloasă a trebuit să se turtască în regiunea polilor: apoi dela turtire a trecut la formarea în jurul nucleului central mai întâiu a unui, apoi treptat a mai multor inele, care s'au deslipit de masa centrală și în urmă, din cauza inegalităților de densitate ce prezentau, s'au putut rupe și în bucăți. Aceste bucăți apoi, prin concentrare, au format masa planetelor și planetoidelor sistemului, rămânând însă toate animate de mișcări de rotație și de translație de acelaș sens, ca și masa nebuloasei din care au luat naștere.

Este natural de admis, că sateliții să se fi născut din planete pe aceeaș cale și în cazul acesta inelele lui Saturn nu ar fi decât un exemplu de inele în formație având, însă o dezvoltare și o densitate egală, fapt care le-a permis să rămână până acum încă neîmbucătățite.

Și numai după ce concentrarea masei centrale prin răcire a ajuns să fie suficientă, ca să se poată stabili un echilibru între puterea de centrifugare și cea de gravitațiune, numai atunci a încetat formarea de inele noi și deci de planete, sau din planete, de sateliți noi.

Această teorie nu numai că până acum n'a fost infirmată prin nimic, dar toate cercetările ulterioare nu fac decât să-i aducă noi date în sprijin. Astfel, conform acestei teorii urmează că:

1/ Planetele, planetoidele și sateliții lor să aibă mișcările de rotație și de translație în acelaș sens, ceea ce se verifică ca just.

2/ Densitatea masei planetelor să fie din ce în ce mai mică cu cât sunt mai depărtate de Soare, ceea ce iarăși e just; cum se



verifică de altfel că și densitatea Lunei este mai mică, ca a Pământului.

Un sprijin puternic i-l dă însă analiza spectrală, prin care s'au putut descoperi corpuri cerești, a căror constituție ni le prezintă în stadiul de nebuloasă primordială, unele cu un început de inele în formație, cu elementele disocitate și în stare de gaze luminoase, cu spectrul continuu, format deci numai din linii luminoase (fără absorbții).

Soarele, ca și multe din stelele fixe, se găsește într'un stadiu de concentrație a masei mai înaintat decât nebuloasele, având un nucleu luminos central mai condensat, înconjurat de o masă periferică de elemente gazoase, prin care trecând razele nucleului luminos, sunt în parte absorbite, dându-ne la spectroscop un spectru cu linii negre de absorbție.

Prin analiza spectrală, ca și prin studiul corpurilor cerești, ce întâmplător cad pe pământ (bolide, aerolite, meteorite), s'a ajuns a se stabili, că toate corpurile cerești, de și se găsesc în diferite stadii de evoluție, stadii ce se vădesc prin colorațiunile luminei lor, au mai mult sau mai puțin aceeași constituție; constatare care ne îndreptățește a crede, că această teorie este aplicabilă nu numai sistemul solar, dar chiar și originii întregului univers.

De altfel este natural, că nu toate corpurile cerești și în special acelea ce compun sistemul solar, să se găsească în același stadiu de evoluție, cu privire la răcirea și deci cu privire la concentrarea masei lor; căci nu toate au avut același volum. Nu ne putem aștepta deci ca Luna să se găsească în același stadiu de răcire ca Pământul și acesta din urmă în stadiul în care se găsește Soarele; căci comparativ vorbind, mult mai repede se răcește o sferă cât o gămalie de ac, decât un corp sferic cu un volum de un milion de ori mai mare.

### e) Comete și Meteorite.

Dintre aceste două feluri de corpuri cerești cari au legături (primele cel puțin în parte) cu sistemul nostru solar, cometele (stelele cu coadă) ne interesează mai puțin ca meteoritele, deoarece, cometele nu iau contact cu sistemul solar decât numai când în drumul lor intră în sfera lui de activitate; pe când meteoritele prezintă o importanță deosebită pentru geologie, căci sunt singurele corpuri cerești, pe care le avem la îndemână pentru un studiu chimic, mineralogic și petrografic direct.

Meteoritele nu sunt altceva decât corpuri cerești mici, sau niște sfărâmaturi provenite din distrugerea unor astfel de corpuri, cari în timpul mersului lor în jurul Soarelui, se apropie uneori așa de mult de Pământ, încât intrând în zona sa de atracțiune, cad pe el.

Din cauza mării viteze cu care cad (100 km. pe secundă) și din cauza frecării de aerul atmosferic, ce această viteză cauzează, meteoritele se încălzesc așa de tare, că multe din ele, la o distanță destul de mare (150 km.) de suprafața Pământului, printr'o mică explozie se împrăstie, gazeificate, în atmosferă, constituind aceea ce numim în general stele căzătoare. Altele producând un vâjeit puternic, fie în bucăți fie ca praf, ajung până la suprafața Pământului, constituind aceeace numim meteorite sau aerolite.

Și dintre acestea se cunosc foarte puține, deoarece cea mai mare parte a suprafeței Pământului e ocupată de ape sau de regiuni nepopulate, așa că în marea lor majoritate nu pot fi văzute sau semnalate.

În general însă cele ce se cunosc, se prezintă cam toate la fel, ori ca niște spărturi colturoase din corpuri pămâtoase mai mari, cu suprafața acoperită de un strat subțire de smalt negricios, format de partea exterioară, topită, a substanței sale, care smalt pătrunde și în crăpăturile ce ele ar prezenta; sau au forme regulate și cu colțurile roase prin topire, în special la cele metalice. Suprafața lor mai prezintă niște scobituri mici și mari din cauză că au fost roase de căldura care le-a topit la suprafață (Fig. 4).

Mărimea lor e redusă, așa că sunt puține a căror greutate ajunge să treacă de 4-5 kg. Astfel se cunoaște unul sigur (Ranchito) care are greutatea de 50.000 kg.; cele mai multe însă cad sub formă de sfărâmaturi mici, cum a fost cel dela Laigle în 1803, ale cărui sfărâmaturi s'au împrăștiat pe 11 km. suprafață.

Din analizele chimice reiese, că cu mici excepții, meteoritele sunt constituite aproape numai din elemente chimice cari se cunosc și pe pământ și sub combinațiuni chimice cunoscute. Printre cele mai importante sunt: Fierul și Nichelul, ca metale; Olivina, Piroxe-



Fig. 4. — Un meteorit de 5360 kg. căzut în Brazilia în 1784.



doi poli și a doua, că puterea de centrifugație, ce suprafața sa desvoltă, are maximul de valoare la ecuator și zero la poli. Din observațiunile făcute până acum (cu pendula), reiese însă că această putere mai prezintă variațiuni și în raport cu forma uscatului considerat pe aceeași latitudine.

Astfel, s'a constatat că puterea gravitațiunii este mai mare în regiunile de câmpie și în cele de scufundare, ocupate de mări și de oceane și este mai mică în regiunile ocupate de zonele muntoase.

Explicarea acestor variațiuni se atribuie faptului, că masa Pământului ar fi mai deasă în regiunile joase și în cele scufundate, decât în cele muntoase.

Cauza acestor diferențe ar fi după unii datorită prezenței unor goluri mari în scoarța globului din regiunile muntoase. După alții, desimea masei din regiunea mărilor și oceanelor, ar fi cauzată de temperatura constantă de  $0^{\circ}$  C. a fundului apelor, care a provocat răcirea și prin aceasta contractiunea și indeseirea materiei rocilor fundului până la mari adâncimi; pe când la același nivel ( $-3.500$  m. în mijlociu) în regiunile munților, temperatura rămâne în preajma lui  $100^{\circ}$  C. provocând o rarefiere a masei prin dilatare. În fine după alții, această diferență ar fi cauzată prin însăși faptul, că munții nu reprezintă decât ingramădiri mari de roce ușoare dela suprafață, care prin apăsare au provocat, dedesubtul lor, o deplasare pe laturi (în spre regiunile joase) a maselor din ce în ce mai grele din regiunea centrală a Pământului. Astfel se consideră că scoarța Pământului ar fi formată: până la  $100$  km. din roce ușoare bogate în Siliciu și Aluminiu (Sal), până la  $1500$  km. din roce mai grele bogate în Siliciu și Magneziu (Sima), iar restul spre centru din metale grele între care Nichel și Fier (Nife).

Oricare ar fi cauza, fapt pozitiv este, că față de puterea gravitațiunii, zonele continentale ale suprafeței Pământului au o masă mai puțin deasă, decât acele ce corespund regiunilor ocupate de depresiunile mărilor și oceanelor.

**Magnetismul.** — Prin magnetism terestru se înțelege puterea de atracțiune și de orientare ce Pământul exersează asupra unui ac magnetic, suspendat liber. De aci denumirile de **declinațiune** pentru variațiunile în planul orizontal ce acul magnetic prezintă față de linia N-S (meridianul locului), poli magnetici diferind de cei astronomici ai Pământului, și **inclinațiune** pentru variațiunile

pe verticală, față de planul orizontal al locului considerat. Unind pe o hartă, prin linii, localitățile ce prezintă aceeași **declinațiune**, aceeași **inclinațiune** sau aceeași **intensitate magnetică**, obținem niște linii curbe numite respectiv: **isogone** (meridiane magnetice), **isocline** (paralele magnetice) sau **isodiname**.

Prin stabilirea acestor date s'a ajuns la constatarea, că magnetismul terestru prezintă variațiuni, unele zilnice, altele anuale, iar unele după perioade lungi de ani; așa că din datele acestora ce servesc la construirea hărților magnetismului terestru, trebuiesc scoase variațiunile zilnice și cele anuale. Hărțile acestea nu pot avea o valoare decât pentru o scurtă serie de ani. Excepționând unele cauze externe<sup>1</sup>, variațiunile magnetice stau în legătură nu numai cu configurația scoarței Pământului și cu repartiția apelor și uscatului, dar și cu structura geologică locală a ei. Astfel se constată că prezența anumitor particularități geologice ca **fracturi** etc.; sau a anumitor roce, mai ales **rocele eruptive** vechi și noi, în special cele bazice (bazalte, diabaze, etc.), din cauza conținutului lor în fier magnetic, provoacă variațiuni importante ale curbilor magnetice.

Toate rocele sunt mai mult sau mai puțin magnetice, din cauza influențelor electricității atmosferice; rocele eruptive bazice sunt totuși cele mai magnetice. Felul însă de a se manifesta magnetismul lor este întrucâtva deosebit de acela al Pământului; astfel, unele sunt magnetice **nepolare**, atrăgând indiferent oricare din poli acului magnetic; altele sunt **polare**, atrăgând numai pe unul din capetele acului magnetic și respingând pe celălalt. Se mai constată că magnetismul rocilor este un fenomen superficial, care pare a scădea repede cu adâncimea și că rocele eruptive bazice sunt cu atât mai magnetice, cu cât răcirea (consolidarea) lor a fost mai bruscă, și că, în general, după experiențele făcute cu lăvele Vezuviului, mai reiese că magnetismul lor este polar perpendicular pe axa polilor Pământului, polul Sud fiind dirijat în sus, cel Nord în jos.

În tot cazul prezența magnetismului polar indică influența magnetismului terestru asupra rocilor eruptive, în timpul consolidării lor.

<sup>1</sup> În general petele solare au puternice influențe magnetice, am putea zice că desvoltă adevărate furtuni magnetice asupra Pământului, făcând imposibilă funcționarea telegrafelor și telefoanelor prin desvoltare de curenți puternici întratelurii, cum a fost cazul la 31 Oct. 1903 și la 10 și 11 August 1919.



**Căldura Pământului.** — Căldura Pământului are două origini, una externă și alta internă. În general însă căldura ce observăm la suprafața Pământului este numai cea externă, influența celei interne încetând de mult de a mai influența suprafața sa.

**Căldura de origine externă,** aceea pe care o avem la suprafața Pământului, ne vine numai dela Soare și considerată în fiecare punct, ea prezintă variațiuni importante.

Cantitatea de căldură ce primește un punct al scoarței terestre, stă în raport direct cu **durata** și cu **puterea insolațiunii** acelu punct și care depinde de unghiul sub care cad razele; astfel că ea ar putea fi ușor calculată, fie zilnic, fie anual, dacă nu ar interveni și alte cauze, care să modifice felul repartizării căldurii solare pe Pământ, independent de cauzele ce produc inegalitatea zilelor și nopților și deci anotimpurile.

Una din aceste cauze este neegala repartizare a apelor și uscatului scoarței, elemente ce se comportă deosebit atât față de absorbția căldurii, cât și față de radierea ei.

O bună parte din căldura ce cade pe ape, se pierde, ea fiind utilizată direct la evaporare; afară de aceasta, considerată în volume egale, de două ori mai greu se încălzește apa decât un pământ uscat. Apoi uscatul nu numai că se încălzește mai ușor, dar poate să ajungă și la temperaturi foarte ridicate, ca de ex. nisipurile Saharei și Lössul transcaspian care pot ajunge până la  $+70^{\circ}$  C. Privitor la răcire, aerul de deasupra uscatului fiind mai uscat și mai limpede decât cel de deasupra apelor, permite radierea căldurii mult mai repede, deci uscatul se răcește cu mult mai repede decât apa; răcirea apei fiind mai încetă și din cauză că stratul de apă de deasupra, răcit, cade spre fund, locul lui fiind ocupat imediat de un alt strat ceva mai cald.

Toate acestea cauzează deosebiri ce observăm între clima maritimă și cea continentală, precum și deosebirea de temperatură între Emisferul de Sud al Pământului, ocupat în mare majoritate de oceane și mări cu o temperatură mijlocie mai scăzută, și între Emisferul de Nord, format în mare parte de uscat.

Diferințele de temperatură ce observăm între cele două emisfere, mai sunt de altfel pricinuite și de cauze astronomice.

Astfel, în timpul sezonului cald (21 Martie — 23 Septembrie) emisferul N se găsește la **Apheliu**; iar în cel friguros el se găsește la **Periheliu**. Apoi în emisferul N sezonul cald (cel friguros în cel S) este aproximativ cu 8 zile mai lung decât cel friguros

(cel cald în Emisferul S). Teoretic ambele emisfere trebuie să primească dela Soare cantități egale de temperatură, dar temperatura mijlocie anuală a lor depinde mult, nu numai de cantitatea de căldură primită, ci și de cea radiată, și aceasta este cu atât mai mare, cu cât temperatura sa este mai joasă și cu cât ea se menține mai mult timp sub cea mijlocie. O iarnă scurtă și călduroasă ridică temperatura mijlocie anuală a emisferului întreg, pe când o iarnă geroasă și lungă o scade. Variațiunile excentricității orbitei terestre pot mări aceste diferențe; astfel unii geologi (J. CROLL) au căutat să explice glaciațiunile prin maximul de diferență dintre Periheliu și Apheliu și prin coincidența sezonului friguros pentru acel emisfer cu Apheliu.

O cauză generală pentru variațiunile de temperatură este și altitudinea locului considerat. Această diferență stă în legătură directă cu temperatura aerului, care este cu atât mai scăzută cu cât este considerată mai sus față de nivelul mării, adică mai departe de suprafața uscatului, singurul său izvor de încălzire (în mijlociu  $1/2^{\circ}$  C. pe 100 de metri).

În fine, una tot așa de importantă este datorită curenților aerieni și marini, care aduc mari variațiuni climaterice.

Cauze mai mici și cu efecte locale pot fi pricinuite și de variațiunile de constituție ale solului, precum și prin felul său de a se afla acoperit sau desgolit.

Oricare ar fi aceste variațiuni, se poate deduce pentru temperatura oricărei localități o valoare mijlocie anuală, din mijlociile zilnice, care, în general considerată, variază puțin dela an la an, și care corespunde cu temperatura anuală solară păstrată.

Dacă unim pe o hartă, prin linii, toate localitățile cu temperatura mijlocie anuală egală, obținem **curbele isoterme**, cari diferă mult de paralelele de latitudine.

Astfel din studiul isotermelor putem observa, că în Emisferul N, coastele de apus sunt mai calde ca cele de răsărit; pe când în Emisferul S lucrurile se prezintă invers.

Aceste diferențe se micșorează în apropierea polilor, iar în Emisferul de S, spre Sud de  $40^{\circ}$  latitudine, isotermele devin aproape paralele cu paralelele de latitudine.

### Căldura internă sau căldura proprie a Pământului.

Căldura externă pătrunde încet și greu în stratele pământului și tot așa de greu se perde prin radiere, din cauza puținii conductibilități a acestora.



Se constată însă, că la o oarecare adâncime, care variază în general cu latitudinea și cu natura rocilor, temperatura nu mai suferă variațiuni, ci rămâne constantă tot timpul anului. Aceasta se poate ușor constata la unele pivnițe și subsoluri mai adânci; așa de ex. termometrul pus la 1788 în pivnițele Observatorului din Paris, la o adâncime de 28 m, arată constant de atunci  $11^{\circ}, 8^{\circ} \text{ C}$ . Deci variațiunile externe nu mai influențează această zonă subterană.

Dela această zonă în jos, s'a mai observat însă că temperatura crește constant și aceasta este căldura pe care o numim **căldura internă sau căldura proprie a Pământului**.

În galeriile de mină, în puțurile săpate adânc după minereuri și minerale, în numeroasele tuneluri mai lungi ce azi străbat Alpii, cași din studiul apelor termale, s'a căutat să se găsească legea după care crește temperatura în adâncime, numindu-se **treaptă de scară geotermică** adâncimea în metri ce trebuie atinsă, pentru ca temperatura să se ridice cu un grad. În diferitele mine, după conductibilitatea rocilor străbătute, datele sunt variate: în minele metalifere treapta geotermică este în medie de 41 m; la cele de cărbuni, mai rău conducători, este cuprinsă între 18 și 20 m; iar în regiunile vulcanice, temperatura se ridică mult mai repede ( $6^{\circ}$  pe 100 de metri), datorită temperaturii înmagazinată de roce de pe timpul ultimei erupțiuni.

Măsurători mai precise s'au făcut la Sprenberg lângă Berlin, unde un puț care a mers aproape numai în sare 1273 m. (roca fiind aceeași, deci variațiunile de conductibilitate au fost eliminate), a dat ca mijlocie pentru treapta geotermică 33,7 m. Într'un sondaj de 1748 m la Schladebach (Saxonia), valoarea calculată a fost de 35, 70 m; în cel dela Paruschowitz (Silezia super.) de 2003 m, (temperatura rocii la fund fiind de  $56^{\circ}, 6^{\circ}$ ) s'a obținut o medie de 31,82 m.; iar în cel dela Czuchow (Silezia super.) adânc de 2239,72 m (temperatura rocii la 2220 m fiind de  $83^{\circ}, 4^{\circ}$ ), s'a obținut o medie de 31,8 m. pentru un grad treaptă.

În fine, din aceste observațiuni, ca și din cele făcute la tunele și la izvoarele ferbinți, s'a admis ca medie pentru treapta geotermică valoarea de 33 m.

În special din studiul tunelelor mai reesă, că variațiunile ce se observă în treapta geotermică sunt provocate atât de natura rocilor și de poziția lor, conductibilitatea fiind mai mare pe direcția stradelor, decât perpendicular pe ele; precum și de prezența sau absența apelor subterane ca și de temperatura acestor ape.

Ca și pentru temperatura externă, putem uni și aici toate punctele ce au aceeași temperatură, obținând curbe **isogeoterme**, din studiul cărora reesă că, în general, isogeotermele în părțile superficiale ale scoarței urmăresc mai mult sau mai puțin relieful, fiind convexe și din ce în ce mai depărtate între ele în regiunile muntoase; concave și mai apropiate între ele, în dreptul văilor și în zonele de câmpie; pe când în profunzimea scoarței curbele se apropie mult, diferențele între ele micșorându-se treptat, devenind în același timp circulare (Fig. 6 și 7).

Se crede, că deși în stratele superficiale ale scoarței gradul geotermic crește în proporție aritmetică, spre interiorul pământului, această creștere se face în proporție geometrică, în conformitate cu teoria originii sale și deci conform răcirii unui corp steric cu temperatura foarte ridicată, pe care o pierde treptat prin radiare, într'un spațiu înconjurător cu temperatura foarte scăzută.

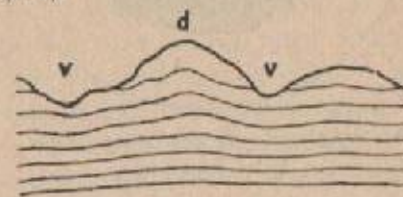


Fig. 6. — Dispoziția schematică a isogeotermelor în scoarță.  
v = vale; d = deal.



Fig. 7 — Profilul isogeotermic al Simplonului (Kayser).

**Interiorul Pământului.** — Din stabilirea treptei corespunzătoare gradului geotermic naște logic întrebarea: în ce stare se găsește interiorul Pământului și ce grosime poate avea scoarța sa solidă?

Multe și variate sunt părerile asupra acestor întrebări. Avându-se însă în vedere mai ales temperatura foarte ridicată ce trebuie să domnească în interiorul pământului, la care nici un corp nu ar putea rezista topirii și chiar gazeificării, precum și enorma presiune ce scoarța solidă trebuie să exerseze asupra lor, ridicându-le prin aceasta mult punctul de topire sau de gazeificare; ne este imposibil a ne face o idee precisă, de starea acestor corpuri în interiorul pământului, unde se găsesc condițiuni absolut diferite de cele ce cunoaștem la suprafața lui.



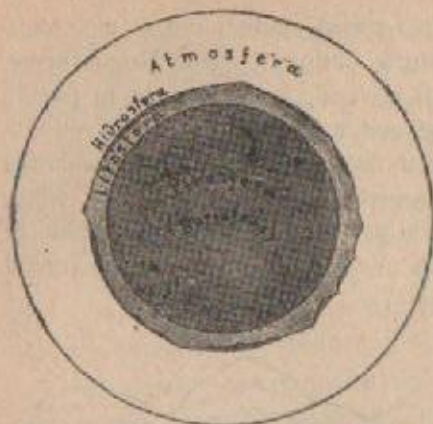


Fig. 8. Schema părților esențiale ale globului pământesc.

In general se admite că Pământul, afară de corpurile dela suprafață rămase încă în stare gazoasă (**atmosfera**) și în stare lichidă (**hidrosfera**), posedă la exterior o scoarță solidă (**litosfera**) care poate să fie neegal dezvoltată ca grosime, în tot cazul însă având stratele inferioare așa de încălzite, încât elementele lor constitutive ar posedea o oarecare plasticitate; ele trec în jos spre starea sămburelui (**pirosfera**) cu o temperatură foarte ridicată și compus din corpuri cu densitate mare (**barisfera**), care cel puțin în spre exterior se găsesc în stare fluidă și poate unele chiar în stare gazoasă (Fig. 8).

## 2. PĂMÂNTUL DIN PUNCT DE VEDERE GEOGRAFIC.

### a) Morfologia generală a Pământului.

Considerat dintr'un punct de vedere cu totul general, Pământul apare ca un corp elipsoid, din care noi nu putem cunoaște mai îndeaproape decât o parte din scoarța sa solidă — **uscatul** sau **litosfera**, — care străpunge sub formă de continente și de insule învelișul său de apă — **hidrosfera**, — îngrădită mai mult în marile depresiuni ale scoarței sale, și totul învelit de un înveliș gazos continuu — **atmosfera**. Raportate la întregul, atmosfera cuprinde 0,03%, hidrosfera 7%, iar globul pământesc 93% din masa sa totală.

**Atmosfera**, înconjură pământul de jur împrejur, umplându-i toate adâncăturile, pe o grosime de câteva sute de kilometri și prezentând la exterior, ca și el, o formă sferoidală, mult mai turtită însă la poli și mult mai umflată la ecuator; aceasta atât din cauza centrifugației, cât și din cauza dilatării ei prin căldură în regiunile ecuatoriale.

După cât se cunoaște, cel puțin pentru stratele inferioare accesibile observațiunii noastre directe, atmosfera este constituită dintr'un amestec de 4 volume de Azot (79,19%) și 1 vol. de Oxigen (20,81%), cu mici și variabile cantități de anhidridă carbonică, de vapori de apă și alte gaze, ca: Argon, Helium, etc.

Atmosfera este un corp aproape diaterman și diafan pentru razele solare și numai cantitatea de vapori de apă poate să facă să varieze aceste proprietăți ale sale. Desigur, în timpurile geologice cantitatea de  $\text{CO}_2$  a variat mai simțitor și proporțional cu aceasta și cantitatea de căldură solară primită de pământ. Vapori de apă (și în timpurile geologice anhidrida carbonică) absorb pe deoparte o bună parte din căldura solară, pe de alta formează un înveliș protector pentru pierderea prea repede a căldurii înmagazinate de suprafața uscatului și a apei, astfel că cu creșterea cantității lor, crește până la o anumită limită și temperatura medie anuală.



Atmosfera este veșnic în mișcare, formând curenți de aer (vânturi) periodici sau întâmplători și favorizând prin aceasta circulația continuă a apei, fenomen de cea mai mare importanță, nu numai pentru menținerea vieții organice, dar procură și forța modificatoare cea mai importantă a rocilor scoarței.

Da altfel aerul atmosferic pătrunde adânc (200—300 m) și în rocile poroase de la suprafața uscatului, influențând foarte mult și constituția acestor roci prin oxigenul, prin vaporii de apă și prin anhidrida carbonică ce conține.

**Litosfera. Uscat și apă.** — Din punct de vedere al repartizării apelor și uscatului, suprafața globului pământesc este acoperită cu apă în proporție de 72%, pe când uscat rămâne numai, 28%, și această repartizare nu-i în mod egal, căci Emisfera nordică are mai mult uscat, pe când cel sudic mai mult apă.

Uscatul este reprezentat prin continente și insule: **Continutul vechi** format, la Nord, de Eurasia cu insulele Spitzberg, Tara Fr. Josef și Archipelagul Malaez și la Sud de Africa cu Madagascarul; **Continutul nou**, format, la Nord, de America de Nord cu Groenlanda și insulele americane din regiunea boreală, și la sud, de America de Sud; și în fine Australia cu Tasmania și cu uscatul Antarectic, care formează un continent sudic aparte.

Oceanele între ele au limite mult mai puțin precise ca uscatul. Astfel Oceanul Atlantic, spre Nord, se leagă direct cu cel Arctic; iar la Sud Oceanul Antarectic nu este separat prin nimic de cel Atlantic și de cel Indian. Singur Oceanul Pacific este bine conturat prin continente și prin șiruri de insule.

Limita între apă și uscat — **linia de țărm** — este o linie foarte sinuoasă, care conturează uscatul și separă suprafețele celor două elemente și anume, separă suprafața destul de regulat elipsoidală a apei, de suprafața foarte neregulată a uscatului.

Dela această linie de contur, în adâncime, limita între apă și uscat o face fundul, care până pe la 200 metri adâncime se lasă foarte încet, ținând încă de continent — **soclul continental**. Soclul continental poate avea întinderi variabile, dela câteva sute de metri în regiunile accidentate, până la zeci de kilometri în dreptul regiunilor de câmpie. Abia după ce soclul se termină, fundul se lasă foarte repede (în zonele bathiale și abisale) către marile adâncimi, de unde încep cu adevărat de-

**presiunile mari** ale scoarței, în care sunt adunate apele mărilor și oceanelor.

Dacă ne-am imagina actualul nivel al mărilor și oceanelor mai jos cu 200 m, sinuositățile liniilor de țărm ar dispărea și, exceptând Continentul Antarectic, Australia și Madagascarul, care ar rămâne tot izolate, toate continentele s'ar uni prin soclurile continențate între ele, formând o masă continentală neîntreruptă, ar forma toate unite un **bloc continental**.

Acelaș contur ar prezenta blocul continental, dacă ne-am imagina că nivelul oceanelor ar fi mai jos cu 2000 m, doar mult mai mărit și în special Groenlanda s'ar uni cu totul de o parte cu America de Nord, de alta cu Europa prin Islanda și Feroe; deasemenea insulele Spitzberg și Australia s'ar uni și ele la blocul continental.

**Altitudini mari și depresiuni mari.** Deși nu-i o regulă generală, totuș altitudinile mari se găsesc mai în totdeauna în apropierea marilor depresiuni, așa că și unele și altele am putea zice că au o poziție **periferică**: munții înalți la periferia continentelor și marile adâncimi către marginea oceanelor.

Astfel, în Europa, Alpii (M-t. Blanc +4810 m) și Caucazul (Elbrus +5646 m) înconjură depresiunea Mării Mediterane; în Asia, Himalaia (Everest +8840 m) se găsește în fața Oceanului Indian; iar pe marginea de răsărit, spre Continentul American, Oceanul Pacific este înconjurat de înălțimi, ce ating uneori +7000 metri.

Tot periferic sunt dispuse și marile profunzimi oceanice. Astfel, în Atlantic cea mai mare profunzime, Abisul Fecioarei cu -8341 m, se găsește în apropiere și spre Nord de Insula Porto-Rico; în Oceanul Pacific Abisul Kurilelor (Tuscarora -8513 m) se întinde pe marginea de Est a archipelagului cu acelaș nume; ca și marile abisuri de pe marginea de răsărit a insulelor Tonga (-9184 m) și Kermadec (-9427 m) din Oceania.

Așa dar găsim, în apropierea limitei dintre uscat și apă, înălțimi care ating altitudini de aproape +9000 metri și abisuri de peste -9000 de metri, ceea ce ne dă o diferență de nivel de aproximativ 18 mii metri.

Diferențele acestea enorme de nivel și de sens contrar, se găsesc câteodată relativ foarte aproape unele de altele. Astfel, în regiunea chiliană a Pacificului, Abisul Atacama cu -7635 m profundime, foarte aproape de țărm, este așezat pe aceeaș latitudine,



(între 20° și 30° lat. sudică) cu vârful **Llullaillaco** din lanțul munților Anzii ce se ridică cu +6620 m. deasupra nivelului apei; așa dar pe o scurtă distanță se prezintă o denivelare, putem zice bruscă, de peste 14.000 de metri.

Din punctul de vedere al reliefului scoarței în general, este o mare deosebire între relieful continentelor și acela al fundului oceanelor. Relieful continentelor este foarte variat și cu vârfuri și crește ascuțite, pe când acela al fundului apelor e mai dulce, cu spinări rotunjite și cu cline în pantă dulce. Apoi continentele în bună parte sunt asimetrice. Asia, Australia și America de Sud, au pe o margine munți înalți cu relieful dințat adânc, iar restul lor este format de dealuri și câmpii ce se întind în pantă dulce spre oceane, înaintând mult — **socul continental** — și sub apă, ca: Nordul Asiei, Centrul și partea de apus a Australiei, N-Westul Europei și mijlocul și partea de E a Americii de Sud. Asia și America de Nord au cele mai mari înălțimi dispuse tot în spre margini, regiunile mijlocii apar însă față de aceste înălțimi ca depresiuni centrale.

Cu totul altfel se prezintă fundul oceanelor, unde găsim că în general marile adâncimi abisale sunt așezate întotdeauna spre marginile lor iar mijlocul lor este ocupat de regiuni ridicate, adevărate platouri submarine; sau de spinări mari, alungite și slab ondulate.

Astfel, în Pacific se ridică, din regiunea centrală în spre SW, un vast platou care, începând cu insulele Hawaii și pe toată întinderea dintre Noua Guinee și Noua Zelandă, se menține cam la -4000 m. profundime. De altfel același lucru se observă și în Pacificul de SE, cu deosebirea că platoul acesta se ridică spre Sud dela -4000 m. la -2000 m. adâncime.

Tot astfel, mijlocul Oceanului Atlantic este ocupat dela N la S de o largă spinare în formă de S, ce se ridică deasupra profundimilor de -4000 m și care separă de o parte și de alta a sa marile adâncimi, ce se dispun dealungul coastelor europene-africane și a celor americane.

Așa dar fără să ținem seamă de rotunjimea Pământului, care și ea ne îndreptățește să o credem, fundul **oceanelor** se prezintă în general **convex** și numai marile abisuri periferice sunt concave și aceasta mai ales din cauza îngustimii lor.

### b) Viața pe Pământ (biosfera).

Pământul este caracterizat prin dezvoltarea unei puternici vieți, animală și vegetală, la suprafața sa, constituindu-i o podoabă specială, a cărei existență nici n-o putem nega, dar nici n'avem vre-o probă de confirmare, că ar fi și pe celelalte planete.

Viața pe planeta noastră, după mediul în care trăiește, se împarte în două categorii: **viața pe uscat**, cuprinzând aici și ființele de caverne, de apă dulce și cele ce temporar trăiesc numai în aer, toate strâns legate de uscat; și **viața marină**, cuprinzând animalele și plantele, ce trăiesc în apele sărate ale mărilor și oceanelor.

Considerată însă din punctul de vedere al mării răspândiri ce viața are la suprafața pământului, ea-i formează un înveliș continuu, mai subțire și mai puțin bogat pe uscat și în aerul vecin lui, mult mai gros și mai bogat în mediul lichid, înveliș, ce l-am putea cu drept cuvânt numi **biosferă**.

**Viața pe continente.** — Este o mare deosebire între felul de a se prezenta al vieții pe continente (și insule), de acela al mediului marin; atât plantele cât și animalele de pe continente, exceptând o parte din animalele de apă dulce și care derivă din cele marine, fiind adaptate la respirația aeriană.

Pe continent viața s'a adaptat la diferite medii biologice. Așa, cele ce trăiesc în aer s'au adaptat la șor; cele ce trăiesc în apele dulci s'au adaptat la innot; cele ce trăiesc pe uscat s'au adaptat la mers, la agățat, etc.; iar cele ce populează cavernele, au pierdut văzul, dezvoltându-și simțul tactului. Nici un animal însă din cele ce populează uscatul, nu este fixat pământului, pe când din contra toate plantele uscatului sunt fixate de sol.

Din cauza aceasta și adaptările vieții vegetale la diferitele condițiuni ale mediului ambiant (sol, aer, lumină, căldură, umiditate, etc.) sunt mult mai variate ca la animale, cari, având posibilitatea să se deplaseze și în special cele superioare, ca Păsările și Mamiferele, cari au o temperatură constantă și constant menținută prin învelișul de pene sau păr, pot evita cu destulă ușurință condițiunile nefavorabile ale mediului ambiant, fie prin adaptări organice puțin profunde (pene, păr, colcare etc.), fie refugiindu-se în regiuni cu condițiuni prielnice (migrațiuni).

Așa dar modul de repartiție al vieții pe continente este condiționat de anumiți factori hotărâtori, cum sunt; **solul, clima și putința înprăstierii**.



**Solul** are o mai mare influență asupra plantelor decât asupra animalelor. Cine nu a fost isbit de strânsa legătură dintre un anumit fel de plante și compoziția chimică a solului? Altfel de plante cresc într-un sol calcaros și altele într-unul silicios sau salin.

Studiul caracterelor chimice și fizice ale solurilor cultivabile, formează azi baza oricărei culturi raționale, constituind o ramură importantă, **agrogologică**, a Geologiei aplicate, numită **Pedologie**.

**Climă.** — Condițiunile meteorologice (uscăciune, umiditate, temperatură, lumină, curenți aerieni, etc.) sunt cele mai importante cauze în repartiziile florei și faunei la suprafața continentelor, căci ele influențează puternic modul de trai al plantelor și animalelor, silindu-le pe cele ce se pot adapta condițiilor locale, să-și modifice în parte și forma și structura organelor.

Astfel, flora care domnește la tropice nu se aseamănă cu cea din regiunile temperate sau polare, și nici cea din regiunile umede cu cea din regiunile uscate.

Deasemenea cine nu cunoaște marea deosebire dintre animalele polare și cele ce locuiesc în regiunile tropicale?

Deși clima influențează în mod direct mai mult modul de repartiziile geografice al plantelor, prin aceasta însă, în mod indirect, se influențează foarte mult și modul de repartiziile al animalelor. Așa, de ex., animalele erbivore sunt silite să locuiască regiunile, unde se dezvoltă plantele cu cari se nutresc; iar insectele ce se nutresc cu nectarul florilor, nu pot trăi decât unde există plante cu flori și cu nectar; după cum și unele plante nu pot fecunda decât cu ajutorul unor anumite insecte.

Așa dar, chiar dacă clima nu influențează prea puternic în mod direct repartiziile geografice a faunei, prin legătura strânsă dintre regnul animal și cel vegetal, influența aceasta se resfrânge destul de puternic și asupra animalelor.

**Împrăștierea** este posibilitatea ce au plantele și animalele de a se răspândi pe suprafața uscatului. Din punctul acesta de vedere, plantele sunt mai bine dotate decât animalele, mai ales prin particularitățile ce prezintă semințele și fructele lor, dându-le o mare posibilitate de **diseminare**. Animalele însă nu pot să se răspândească decât prin organele de locomoțiune, ceea ce nu le permite în totdeauna să treacă peste obstacole mari, ca: munți, deșerturi, mări.

Cine nu cunoaște repede răspândirea la noi a scaiului rusesc numit *Palamidă* sau *Holeră* (*Xanthium spinosum*), adus din Rusia, ale cărui fructe armate cu ghimpi cu cârlige la vârf, pot să se aghete ușor de părul animalelor erbivore, fiind răspândită astfel cu multă ușurință mai ales în preajma drumurilor; pe când marile mamifere ce populează Africa n'au putut trece Canalul Mozambicului în Madagascar, deși clima este aceeași.

Cantonarea unor specii și chiar a unor genuri de animale numai în anumite regiuni, se poate observa mai ales la uscatul insular și un

exemplu ni-l prezintă Noua Zelandă, cu o faună generică vorbind cu totul specială și lipsită cu totul de Mamifere.

Australia de asemenea, față de vechiul continent asiatic, ne prezintă deosebiri de faună, datorite nu climatei, ci imposibilității de împrăștiere, și aceasta datorită unor cauze geologice vechi. Așa fauna sa se caracterizează prin bogăția în Marsupiale și prin lipsa sau sărăcia în Mamifere placentate. Marsupialele însă lipsesc azi complet în vechiul continent eurasian.

Tot astfel Tapirus nu se întâlnește decât în America de Sud și în Malaezia și lipsește în Africa; iar fauna Madagascarului are genuri de animale ce se găsesc în India și nu și în Africa.

Toate aceste diferențe își au explicarea nu în influențele actuale asupra repartiziilor vieții, ci în ivirea timpurie a unor bariere (pedeci), cari au separat complet faunele, oprind migrațiunile. Și în privința aceasta geologia ne arată, că distribuția mărilor și uscatului n'a fost aceeași în toate timpurile trecutului globului nostru pământesc. Ea ne învață că Australia a fost izolată de vechiul continent, înainte ca în Asia să fi apărut Mamiferele placentate, așa că fauna cu Marsupiale a Australiei s'a perpetuat acolo așa cum se găsea în Secundar, la epoca separării ei de Asia, fără să sufere concurența Mamiferelor placentate, mai noi și mai bine organizate din vechiul continent, care ar fi silito să dispară, cum a dispărut din vechiul continent eurasian.

Tot geologia ne arată că asemănările de faună între Madagascar, insulele Seicele și India, sunt datorite faptului, că aceste uscaturi reprezintă azi resturile unui vechi continent, ce ocupa odinioară cuprinsul actual al Oceanului Indian.

Studiul răspândirii formelor actuale de viață terestră, ne va ușura mult la stabilirea vechilor uscaturi și a legăturilor dintre ele, aducând prin aceasta un mare serviciu Geologiei (Paleogeografiei), care din lipsa datelor suficiente cu privire la resturile fosile de uscat, nu o poate face azi.

**Provincii botanice.** Am văzut că factorul climă este acela care are cea mai mare importanță în repartizarea plantelor pe suprafața continentelor, așa că limitele ce separă cele cinci zone climatice, pot servi în general vorbind și ca limite ale diferitelor provincii botanice, formate azi de asociațiuni de plante adaptate la aceleași condițiuni fizice de existență.

**Provincii zoologice.** Nu tot așa de ușor pot fi separate provinciile zoologice, de oarece ariile de răspândire ale diferitelor categorii de animale variază în așa fel, încât provinciile separate după modul de răspândire al unora din ele, nu corespund celorlalte.

Diviziunile actuale zoologice sunt în general făcute în raport cu modul de răspândire al Mamiferelor, animale cunoscute mult mai complet, atât în felul lor de viață actuală cât și în felul



de viață din timpurile geologice. Pe baza aceasta se pot distinge următoarele provincii zoologice (Fig. 9).

**Regiunea circumpolară sau holarectică**, cuprinzând toată partea boreală și temperată a Emisferului Nord. Ea cuprinde: fauna polară caracteristică; pe aceea a pădurilor regiunii temperate, și pe aceea a stepelor Emisferului nordic. Ea este lipsită însă complet de *Primate*, de *Nedînfate*, de *Marsupiale* și de *Monotreme*.

În spre Miazăzi, această regiune se leagă pe nesimțite cu celelalte regiuni, de care se deosebește totuși prin ansamblul faunelor și în special de **Regiunea africană sau etiopiană**, care

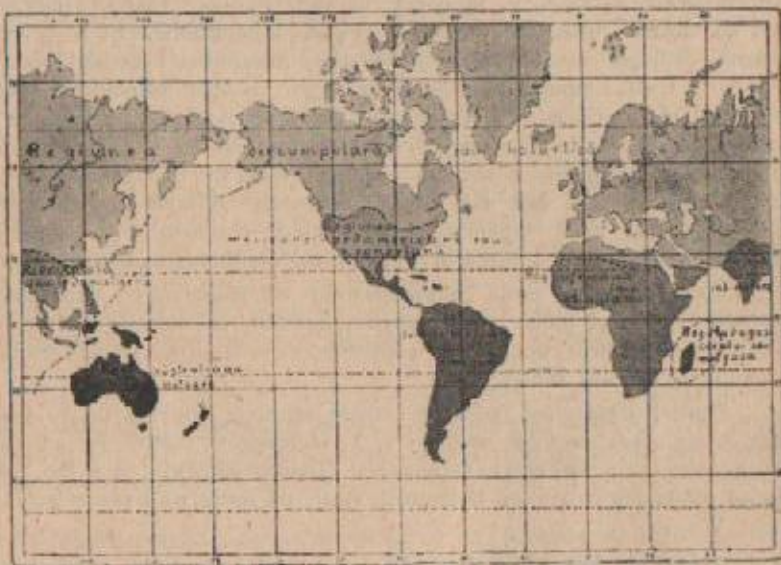


Fig. 9. — Regiunile zoologice actuale (Mamiferele) după Haug.

cuprinde Africa fără Madagascar și Arabia până la Siria și care este caracterizată mai ales prin genurile: *Gorilul*, *Cimpanzeul*, *Hipopotamul*, *Girafa*, etc., și prin lipsa completă a *Marsupialelor*, *Monotremelor*, *Cervidelor*, *Ursidelor* și *Talpidelor*.

**Regiunea orientală sau indomalaeză**, care cuprinde India cu Indochina și Archipelagul Malaeziei și, care are o faună înrudită cu cea etiopiană ca și cu cea europeană, cu care o avut legături mai strânse în timpurile geologice trecute (Terțiar), ea fiind totuși caracterizată prin unele familii speciale ca: *Insectivorele* și *Tapi-ridele* și unele genuri ca *Orang-Utangul*, *Gibomul*, etc.

**Regiunea mexicană-nordamericană sau sonoriană**, întinzându-se peste cea mai mare parte a Statelor-Unite de miazăzi împreună cu înaltele platouri ale Mexicului. Ea cuprinde un amestec heterogen de faună pur americană cu fauna holarectică, care a invadat, dela Nord la Sud, Continentul Nou ca și pe cel Vechiu; rămânând însă caracterizată prin forme de Mamifere, ce descind direct din formele *autohtone terțiare*, cari au populat America de Nord, înainte de invazia faunei holaretice.

**Regiunea sudamericană sau Neogee**. Cele patru provincii zoologice enumerate mai sus, din cauza legăturilor ce prezintă între ele și mai ales din cauză că paleontologicește vorbind, ele descind din fauna terțiară a Eurasiei și Americii de Nord între cari s'au făcut, în Terțiar, de mai multe ori schimburi cu amestecuri de faună, se denumesc cu o numire generală de **Arctogee**. În opoziție cu aceasta se numește **Neogee**, provincia sudamericană, în care Mamiferele au avut o evoluție cu totul specială, posedând în Terțiar mai multe ordine și subordine de *Maimuțe*, *Insectivore*, *Rumegătoare*, *Nedînfate*, etc., în general cu totul diferite sau nereprezentate de loc în fauna arctogee.

Fauna actuală sudamericană reprezintă un amestec între descendenții faunei autohtone terțiare și fauna nordamericană, care în America de Sud apare în Cuaternar, când cele două continente se unesc.

Este poate cel mai frumos exemplu de migrațiuni cu amestecuri de faună, ce Paleontologia ni-l'a oferit până acum.

**Regiunea malgașă sau a Madagascarului**, este caracterizată prin forme particulare de *Lemurieni*, de *Rozătoare*, *Carnivore*, *Insectivore* și *Nedînfate* și prin lipsa completă a animalelor caracteristice faunei africane. În această insulă nu se găsește nici *Maimuțe*, nici *Felide*, nici *Urside*, nici *Canide*, nici *Rumegătoare*, nici *Elefanți*, nici *Marsupiale*, iar *Rozătoarele* și *Insectivorele* lipsesc aproape complet.

Se pare că Madagascarul s'a separat de mult de continentul african, când el încă nu era invadat de formele acestea migrate din regiunea arctogee.

În general însă *Molustele*-terestre și cele de apă dulce din Madagascar și insulele Șeișele, au mai multă afinitate între ele, ca și cu cele din India peninsulară, decât cu cele din Africa; ceea ce duce la concluzia, că aceste trei Țări reprezintă azi resturile unui mare continent, ce se întindea în regiunile ocupate azi de Oceanul Indian.

**Regiunea australiană sau Notogee**, are o faună de *Mamifere* deosebită complet de aceea a regiunii Arctogee. Caracte-



ristica faunei sale o fac, dintre Mamifere: *Monotremele*, și *Marsupialele*, și dintre Pești: *Peștii Dipnoi* (*Epiceratodus*), care ca organizație se apropie mult de formele de Mamifere și de Pești ce populau pe vremuri apele Mezozoicului Europei. De aici se poate deduce cu probabilitate, că Australia a fost separată de vechiul continent înainte de a se desvolta pe el Mamiferele placentate, urmându-și astfel evoluția sa aparte și redusă ca forme de Mamifere numai la cele ce se găsesc azi. Dacă prin insulele ce o separă de Asia găsim un amestec de faună australiană cu cea indo-malaeză, aceasta se datorește migrării celor două faune și amestecului lor, ulterior ridicării recente a insulelor arhipelagului Malaeziei.

În această diviziune nu s'a ținut seamă de amestecurile de faună artificiale datorite omului, care de multe ori în vederea bunului său trai, a căutat să aclimatizeze plante și animale în ocure și sub climate cu totul diferite de cele de origine.

**Viața și mediul marin.** — Prin mediu marin înțelegem apa salină, care umple marile depresiuni ale scoarței globului, formând mările și oceanele.

Nu trebuie să ne închipuim acest mediu ca un lichid cu o compoziție fixă și omogenă în toată grosimea masei sale și sub toate latitudinile. Apa mărilor și oceanelor prezintă atât de numeroase variațiuni în proporția sărurilor dizolvate în salinitate și în cea a gazelor ce conține; în repartizarea în masa ei a temperaturii și a luminii; în repartizarea mișcărilor superficiale (valuri, curenți); precum și în influențele produse de natura fundului și a coastelor; încât flora și fauna marină se găsesc în fața unor foarte numeroase și complexe condițiuni fizice de trai. Deaceia nu-i de mirare să întâlnim feluri multiple de aspecte ale vieții marine, — *faciesuri*, — câteodată alăturate și totuși foarte diferite unele de altele.

Așa dar în imensa masă de apă sărată, ființele marine găsesc condițiuni de trai foarte variate, după cum trăiesc la suprafață sau la fund; la marginele agitate de valuri sau în abisurile calme; pe funduri nisipoase, măloase sau stâncoase; în zona curenților reci sau calzi; în regiuni cu apă aproape desărată sau în lagune a căror apă are o concentrație prea mare de săruri, etc., etc.

Toate aceste variațiuni, cu efecte puternice și hotărâtoare asupra vieții în general, constituiesc condițiunile fizice ale me-

diului marin, care determină grupările de plante și de animale marine și limitează astfel *faciesurile* vieții marine.

**Caracterele fizice ale mediului marin. — Salinitatea.** — În mijlocie o apă marină are o salinitate de 3,5‰. Ea însă variază în raport cu evaporația, care o face să crească și cu cantitatea de apă dulce, ce mediul marin primește prin fluvii, ghieturi și ploii, care o fac să scadă. Așa dar, mările cu evaporație intensă și cari primesc puține ape dulci, au o salinitate mult mai mare, ca acele cu un regim climateric umed, cu evaporație slabă și cari primesc cantități mari de apă dulce.

Astfel Marea Roșie are săruri în proporție de 4,5‰ și în Canalul de Suez, din cauza unui banc de sare, chiar 7,5‰; Mediterana are 3,5‰—4,1‰; Marea Neagră are 1,7‰; Mările Antarctice au 1,5‰—0,3‰; Marea Baltică la mijloc are 0,7‰, pe când în Golful Finlandic ea are numai 0,06‰, deci ea este aici aproape îndulcită prin apa râurilor.

Iată de ex. analiza sărurilor conținute la ‰ de o apă marină normală:

Clorură de Sodiu . . . . .	77.758
„ „ Magneziu . . . . .	10.878
Sulfat de Magneziu . . . . .	4.737
„ „ Calciu . . . . .	3.600
„ „ Potasiu . . . . .	2.465
Carbonat de Calciu . . . . .	0.345
Bromură de Magneziu . . . . .	0.217
Total . . . . .	100.000

Pe lângă aceste substanțe minerale principale se mai găsesc în apa mărilor în cantități foarte mici și alte corpuri simple.

Afară de săruri, apa mărilor mai conține în soluție și gaze ca: Azot (65‰), Oxigen (35‰) și puțin Acid carbonic, a cărui cantitate este direct proporțională cu intensitatea vieții și aceasta mai mult spre marginile ca spre mijlocul apelor.

Apa sărată fiind mai grea și densitatea apei marine fiind în medie cam de 1,02—1,03, e natural ca diferențele de salinitate să determine în apa mărilor mișcări lente sub formă de curenți. Astfel, în același basin, pe verticală și de sus în jos, stratele mai concentrate prin o evaporație intensă la suprafață, se scoboară mai la fund; iar între două mări vecine și cu salinitate deosebită nasc curenți, și anume: cei de apă mai sărată trec pe la fund, spre marea mai puțin concentrată; iar cei de apă îndulcită trec pe la suprafață, spre marea cu o salinitate mai ridicată.

Astfel Mediterana, mai sărată și decât Atlanticul și decât Marea Neagră, primește apele ceva mai dulci ale acestora prin



curenți superficiali și le trimite apa sa mai sărată prin curenți profunzi, atât prin Gibraltar cât și prin Bosfor.

Sărurile din apa mărilor au o mare și directă influență asupra vieții marine. Un exemplu apropiat nouă ni l-a prezentat lacul **Razelm** din Dobrogea, care atâta timp cât a avut legături largi de comunicare cu Marea Neagră, avea o bogată faună de pești. Prin îngustarea continuă a acestei comunicații, din cauza unui bane de nisip în dreptul „Portitei”, și din cauza puternicii evaporări, neprimind apă dulce suficientă din nici o parte, salinitatea sa a crescut așa de mult, încât dela o vreme viața a devenit imposibilă peștilor, așa că pescuitul încetase cu totul. Spre a face posibilă repopularea lacului, Statul Român a construit un canal prin care apele dulci ale Dunării au fost aduse în lac, Canalul „Regele Carol”, și astfel micșorându-i salinitatea prin compensarea evaporării cu apele dulci ale Dunării, viața lacului și-a reluat din nou cursul normal.

Din punctul de vedere al salinității, sunt unele ființe, în special acele ce trăiesc în regiunile litorale, care pot suporta variațiuni destul de mari de salinitate, numite **eurihaline**, pe când altele, **stenohaline**, nu pot trăi decât în ape cu salinitate normală, variațiunile fie chiar mici în salinitate, cauzându-le moartea imediat.

Așa de ex. *Somnul și Tiparul*, trec din apa mărilor în apa râurilor fără să sufere vre-o vătămare; pe când cele pelagice și cele fixate la un nivel oarecare pe fund, nu suportă variațiuni mari în salinitate.

**Presiunea.** — Enorma grosime a masei apelor marine face ca presiunea, ce ea exercită pe fundul mărilor și oceanelor, să se socotească cu sutele de atmosfere, crescând de la suprafață spre fund cu o atmosferă pe fiecare 10 metri de adâncime și pentru fiecare centimetru pătrat de fund. Animalele marine, care pot să se deplaseze dela suprafața apei către marile profunzimi și invers, au anumite dispozițiuni organice, care neutralizează efectele acestei presiuni, cu condiția ca schimbările să nu fie prea brusce. În general însă acest factor nu influențează prea mult viața marină.

**Temperatura** este însă unul din factorii care au cea mai mare influență asupra vieții marine și dacă în multe sondaje făcute în profunzimile oceanelor, animalele aduse la suprafață mureau pe loc, aceasta nu provenea atât din cauza schimbării de presiune, cât din cauza variațiunilor de temperatură, care chiar cu diferențe de câteva grade sunt ucigătoare pentru animalele obișnuite numai cu un fel de temperatură. Astfel, ca și la salinitate, ființele marine se divid din punctul de vedere al temperaturii la care sunt obișnuite să trăiască, în **euriterme**, cele care pot suporta variațiuni mari și **stenoterme**, cele obișnuite numai cu un fel de temperatură.

Din cauza variațiunilor de temperatură zilnice sau anuale, la cari este supusă suprafața sa și din cauza variațiunilor în densitate în raport cu aceste temperaturi, ea și cu gradul de salinitate (înghețând numai la  $-3^{\circ}$ , 6), apa oceanelor și mărilor se găsește dispusă în strate aproape orizontale, cu temperaturi deosebite, cari descreșc dela suprafață către marile profunzimi. Astfel cea mai înaltă temperatură observată la suprafață, nu trece peste  $+32^{\circ}$  (în regiunile tropicale), iar cea mai scăzută se apropie de  $-3^{\circ}$ . Din cauza acestor variațiuni se nase în apele marine două feluri de curenți: unul, cu mișcări pe verticală și foarte încete, imperceptibile pentru noi, în cari pânza de apă răcită dela suprafață se lasă încet în jos până la nivelul corespunzător temperaturii sale; alții, mișcându-se pe orizontală, ca adevărate fluvii, cei calzi pornind pe la suprafață dela Ecuator spre Poli; (pe când dinspre Poli (în special cel sudic, Oceanul înghețat de Sud nefiind separat prin

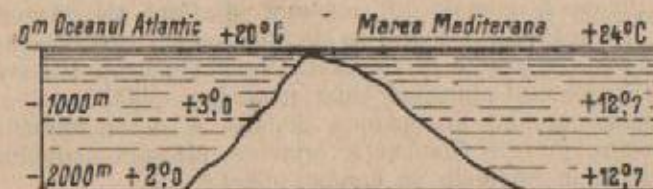


Fig. 10. — Temperaturile de o parte și de alta a Gibraltarului, între Atlantic și Mediterana (Kaiser).

prăgușuri ca cel de N.), apele reci de suprafață se lasă încet spre marile profunzimi ale oceanelor și mărilor temperate și ecuatoriale, asigurând prin aceasta circulația și aducerea oxigenului necesar vieții până în cele mai adânci abisuri.

Un rol important în distribuția temperaturii pe fundurile adânci, îl joacă strâmtoarele prin prăgușurile lor, ca Gibraltarul, Bering, etc., ce separă apele mărilor și oceanelor. Aceste prăgușuri nu permit schimbul de temperaturi decât între stratele de apă așezate deasupra nivelului crestei lor, așa că ele cu cât vor fi mai aproape de suprafață, cu atât vor forma o piedică de netrecut pentru pânzele de apă mai reci ale regiunilor adânci. Astfel Gibraltarul (Fig. 10) are creasta la  $-360$  m. profunzime și separă Atlanticul de Mediterană. În Marea Mediterană temperatura dela suprafață, de  $+24^{\circ}$ , descrește până la  $+12,7$  la nivelul de  $360$  m. al prăgușului, de aci în jos rămâne constantă aceeași până la adâncimi de peste  $4.400$  m;  $+12,7$  corespunzând la temperatura medie a apei superficiale în luna cea mai răcoasă. Pe când în Atlantic temperatura începând dela suprafață ( $+16^{\circ}$  Vara



și + 10° Iarna), ajunge ca la -4000 m. profunzime să scadă la +2° din cauza legăturilor largi cu oceanele înghețate. Se înțelege dela sine, că aceste prăguri, ca și crestele submarine (Atlantic) și abisurile mari cu temperaturi foarte scăzute, constituie **bariere de netrecut** pentru animalele și plantele stenoterme. După cum aceste bariere ne explică deosebirea de fauna dintre mări apropiate, tot astfel legăturile largi între mări, ne explică asemănările ce există între fauna marilor profunzimi din mările ecuatoriale, cu aceea a apelor superficiale din oceanele înghețate.

**Lumina** nu pătrunde în apa marină decât cel mult până la -400 m. profunzime și este natural ca lipsa de lumină naturală din marile adâncimi, să aducă după sine ori mărirea exagerată, ori degenerarea sau chiar atrofierea organului văzului, la acele dintre animale ce locuiesc aceste regiuni **afotice**. La fauna regiunilor cu lumină, ea influențează în bine dezvoltarea acestui organ, precum influențează și dezvoltarea colorilor variate și **deschise** la diferitele plante și animale din regiunile **diafane** ale țărmlui și suprafeții. În apă razele solare se descompun în colorile simple, roșu fiind absorbit mai dela suprafață, violetul pătrunzând cel mai adânc, ultra-violentul ajungând chiar până la -1000 m.

Prezența luminii în regiunea diafană a mării, influențează mult și asupra nutriției animalelor erbivore, plantele neputându-se dezvolta decât în regiunile cu lumină solară.

Să nu ne închipuim însă că marile adâncimi sunt complet lipsite de lumină. Numai lumina naturală, dela soare, lipsește complet; căci nenumărate dintre animalele ce populează marile adâncimi, colorate în general în colorii închise și puțin variate, și-au creat organe speciale fosforescente, unele chiar în legătură cu organul vizual și de forma unor adevărate proiectoare. Aceste organe care produc, după voință și în raport cu activitatea vitală, lumini puternice de colorii variate, luminează local în mod feerie marile profunzimi, confundate între timpuri în întunec complet. De altfel, organe luminoase au și multe din formele de animale dela suprafață.

**Valuri, marea și curenții marini.** — Sunt foarte rare momentele când luciul apelor marine rămâne întins ca oglinda, fără să fie încrețit de valuri și aceasta se întâmplă numai la mările interne ca Mediterana, Adriatică, etc. În general însă, afară de deplasările lente ale maselor de apă datorite diferențelor de salinitate și de temperatură și cari interesează întreaga masă de apă, stratele superficiale ale mărilor și oceanelor sunt mișcate, uneori foarte puternic, de **valuri și marea**, ori de **curenții marini**.

**Valurile** se deosebesc de curenți și de marea, căci pe când valurile încrețesc sau numai ondulează apa, fără a o transporta; marea și curenții o și transportă. Astfel, valurile nu sunt decât

niște unde datorite **vânturilor neregulate**, ce se propagă către margini cu o viteză ce poate atinge în cazuri de furtuni 45 km. la oră și cari pot mișca pe verticală o masă de apă de o grosime maximă dela 8 m până la 18 m. profunzime (în Pacific). Numai în cazuri rari de cutremure de pământ puternice, sau de exploziuni puternice de vulcani submarini (Krakatoa la 1883), pot naște valuri cu amplitudini mai mari.

Undele valurilor se isbesc ritmic de țărml, uneori cu așa putere, că rup în bucăți stânci întregi. Pe țărmlurile joase cu adâncimi mici, cu plajă întinsă și fundul nisipos, ritmul undelor superficiale, ca și întretăierile (interferențele) lor, au răsunet și asupra nisipurilor de pe fund (până la 200 m.), pe cari le încrețesc în creste paralele, sinuoase sau întretăiate, înregistrându-se astfel exact urmele valurilor suprafeții apei (ripple-marks).

Acțiunea valurilor asupra vieții marine este deci resimțită numai de cele plutitoare și de cele ce trăiesc în regiunea litorală. Primele, în general având o constituție foarte delicată, se afundă imediat, scăpând astfel de valuri; cele litorale însă sunt supuse la loviri și izbiri așa de violente, încât cele ce nu pot rezista dispar, selecționându-se astfel numai cele ce se pot fixa puternic de stânci și pot să-și secrete un înveliș gros și rezistent (scoici, melci și alge calcareoase), sau cele ce se pot afundă în nisip sau în mal, dacă fundul nu-i stâncos.

**Mareele** sunt datorite atracțiunii Soarelui și Lunei și provoacă, prin **flux și reflux**, curenți marini alternativi, cari influențează foarte mult și pe o scară și mai întinsă ca valurile, repartitia florei și faunei în regiunea litorală. În regiunea supusă acțiunii mareelor, ființele vii sunt supuse nu numai la izbiri puternice, dar ore și chiar zile întregi sunt expuse alternativ la **imersiuni** (acoperite de apă) și **emersiuni** marine (lăsate pe uscat).

**Curenții marini** sunt mase mari de apă marină, adevărate fluvii la suprafața oceanelor, puse în mișcare de **vânturile constante** (Alizeele, Musonii, etc.), și având o influență deosebită asupra ființelor ce trăiesc în largul mării, ajutând mult și împrăștierea lor.

Demonstrația legăturii între curenți și vânturile constante ne-o dau curenții Oceanului Indian, care și schimbă periodic direcția, cum și-o schimbă și Musonii care le dau naștere. Vânturile Alizee dau naștere la curenții ecuatoriali, cu deviațiuni spre NE și anume: în Pacific curenții **Kuro-Shiwo** și în Atlantic curenții **Golf-Stream**. Acesta din urmă pornește din Golful Mexic, având o lărgime de 55 km. și o adâncime peste 100 m. cu o viteză 10 km. pe oră și o temperatură de + 32° și prin câteva din ramurile sale atinge și coastele Europei până la Spitzberg. Afară de curenții calzi, ce pleacă dinspre Ecuator, sunt și curenții reci ce coboară dinspre Poli spre regiunile ecuatoriale, răcorind țărmlurile continentelor și insulelor ce ating. Influența curenților oceaniei este foarte



mare, căci ei duc cu apa lor o întreagă populație animală și vegetală (Marea de Sargus) în diferite stadii de dezvoltare, împrăștiind larvele și elementele lor de reproducere pe tot parcursul curentului. Natural că ființele euriterme se adaptează repede la viață, chiar dacă temperatura curentului a variat; pe când cele stenoterme mor în drum, cadavrele lor servind ca hrană abundentă animalelor de fund, fapt ce atrage după sine, o populație mai internă a fundului în dreptul curentilor.

Când se întâlnesc curenții reci cu cei calzi, se produc adevărate hecatombe de animale stenoterme și aceste puncte sunt căutate mai ales de animalele carnivore, cum e de ex. locul de lângă insula Terra-Nova, unde se întâlnește o ramură caldă (+18°) a Golf-Stream-ului cu una rece (+6°) care vine dinspre Labrador. Zona aceasta de încrucișare este locul cel mai renumit pentru pescuitul Batogului, atras aici de cadavrele animalelor celor două curente.

Curenții marini influențează nu numai viața marină ce poartă cu ei, dar și pe aceea a zonelor litorale și chiar pe cea continentală din zonele țărmureene, indulcind sau înăspriind clima, după cum curentul este cald sau rece.

Curenții marini constituiesc marile căi de comunicație, după care animalele și plantele plutitoare și în special larvele animalelor ce trăiesc fixate, se pot împrăști la mari depărtări de punctul lor de origine, adaptându-se la noi condițiuni de trai, în noile locuri eucerite.

Natura fundului influențează mult și ea asupra modului de grupare al faunei și florei marine, căci alte plante și alte animale se pot stabili pe un fund stâncos, altele pe unul nisipos și altele pe unul vasez (mălos).

#### Diviziunile bionomice ale mediului marin.

Din studiul condițiilor de trai — bionomice — ce mediul marin oferă vieții în general, rezultă că ființele ce populează acest mediu, nu pot fi răspândite în mod uniform în toată întinderea lui.

În general fauna și flora marină se compune din două feluri de viețuitoare, adaptate la două moduri de trai deosebite: unele cari trăiesc pe fund sau în apa din apropierea fundului, numite **bentonice**, și altele cari, fie toată viața, fie din când în când, sau cel puțin în stare embrionară, înnoată la suprafață sau în masa superioară a apei marine, numite ființe **pelagice** și constituind aceea ce în general se numește **plancton**.

Ambele aceste categorii de ființe se divid, în raport cu adâncimile dela țărm spre interior, în trei mari regiuni: (Fig. 11).

**Regiunea neritică**, cuprinzând zona de apă litorală și de deasupra soclului continental, cu adâncimea până la — 200 m. și cu o viață condiționată de regimul influențat de țărm de valuri și marea, de lumină și de salinitate;



Fig. 11. — Diviziunile bionomice ale mediului marin (Haug).

#### Regiunea bathială,

începând dela — 200 m. adâncime spre interior și corespunzând la curbarea bruscă a fundului spre marile adâncimi, ținând până la profunzimea de — 1000 m. și;

**Regiunea abisală**, cuprinzând mediul marin până la cele mai mari profunzimi cunoscute.

În regiunile bathiale și abisale animalele de fund sunt sau **limicole**, adică se nutresc cu mâzul fundului ce conține din abundență resturi organice, sau sunt **carnivore**; pe când cele pelagice (planctonice) sunt în general dotate cu organe de înnot și de plutire și se nutresc pe socoteala ființelor vii înconjurătoare, fiind ori erbivore, ori carnivore.

Toate aceste date privitoare la condițiile de trai, ce diferitele medii impun azi formelor de viață, ne pot servi, ca puncte de sprijin solide pentru explicarea diferitelor faciesuri paleontologice, conținute de stratele scoarței globului.



### III. GEOLOGIA GENERALĂ.

#### ALCĂTUIREA ȘI STRUCTURA ACTUALĂ A SCOARȚEI GLOBULUI.

Geologia este poate singurul studiu, care are nevoie de multe cercetări pe teren și pentru aceasta se cere a avea mai dinainte o cunoștință destul de exactă a **principalelor roce** ce constituiesc scoarța pământului, precum și a **mineralelor principale**, ce intră în constituția acestor roce.

În general rocele se pot studia, în mod sumar, ori cu ochiul liber, ori ajutați de o simplă lupă, numit studiu **macroscopic**; mai amănunțit însă ele se studiază în secțiuni subțiri la microscop, — studiu **microscopic**, unde putem determina proprietățile optice și modul de aranjare al mineralelor ce le constituiesc, și ajutați de analize chimice, — **studiu chimic**, — putem determina și elementele chimice precum și felul lor de a se combina între ele în alcătuirea mineralelor. În fine prin determinarea și a proprietăților fizice ca: **densitatea, duritatea, magnetismul**, etc., ale acestor minerale, desăvârșim cunoștințele noastre asupra acestor roce.

Pe când studiul macroscopic se poate face și imediat pe teren, pentru cunoașterea celorlalte date și proprietăți, avem nevoie de un laborator și în vederea aceasta trebuie luate, pe teren, bucăți de rocă nealterată și din părțile în care ea ni se pare mai caracteristică.

Geologia generală, care se ocupă în special cu structura actuală a scoarței globului, ne arată felul rocilor ce o alcătuiesc, constituția lor mineralogică, modul de formare și poziția acestora (**Geologia petrografică**), precum și schimbările ce ele încearcă azi sub influența diferiților agenți modificatori (**Geologia dinamică**).

După modul de alcătuire și după poziția lor, calități care stau în strânsă legătură cu modul de formare, rocele scoarței terestre se clasează în două mari categorii:

**Rocile eruptive**, în general massive, **nestratificate** și lipsite de resturi organice. Ele sunt formate de elemente minerale bine cristalizate, ceea ce ne arată că au luat naștere din o masă topită, în care prin răcire și solidificare elementele minerale au putut cristaliza fără vre-o altă ordine în poziție, decât aceea cerută de echilibrul lor chimic;

**Rocile sedimentare**, cari fiind depuse în ape, au din cauza aceasta poziția **stratificată**, sunt alcătuite din elemente minerale provenind în diferite moduri, ca: **sărămături** de roce diferite; **îngrămădiri de resturi organice**; sau ele reprezintă **depozite de precipitare** din soluțiuni, prin concentrarea apelor ce le conțineau în soluțiune.

Între aceste două mari categorii de roce găsim unele, ale căror elemente minerale sunt bine cristalizate ca la rocele eruptive, însă structura lor arată o poziție în strate ca aceea a rocilor sedimentare. Aceste roce numite **șisturi cristaline, roce cristalo-filiene sau metamorfice**, provin dintr'una din cele două mari categorii, prin preschimbări sau transformări suferite în urma așezării și întăririi lor, transformări numite în general **metamorfism**.

Azi la suprafața pământului se observă mai multe roce sedimentare decât roce eruptive și șisturi cristaline. Astfel cele sedimentare formează marea majoritate a munților, a dealurilor, a câmpiilor, fundul apelor marine, ca și patul văilor actuale; pe când rocele eruptive și cele metamorfice apar numai în inima creștelor înalte de munți, ca niște reprezentanți ai rocilor ce constituiesc părțile cele mai profunde ale scoarței globului.

Și este natural să fie așa. Din studiul trecutului geologic al scoarței globului învățăm, că în nici o parte nu găsim reprezentată **prima scoarță solidă**, aceea scorie formată prin răcire la exteriorul masei incandescente a globului pământesc și care separă, în afară, învelișul rămas încă fluid (cel puțin aerul și apa), de nucleul încă fierbinte din interior.

Odată cu condensarea vaporilor de apă, luând naștere primul ocean, această scoarță a început să fie atacată de apa oceanului și pe socoteala ei au luat naștere primele sedimente și aceasta mai ales atunci, când prin răcire, scoarța s'a încrețit, aducând la suprafață și roce topite din interior, cari se consolidau, formând astfel primele uscaturi.



Dacă în primele timpuri ale îngheburii scoarței solide, rocele eruptive de consolidare și cele cristalofiliene, erau mult mai răspândite, scoarța fiind mult mai subțire și deci mult mai ușor de străbătut de masa topită din interior, ori de transformat prin aceste roce eruptive în șisturi cristaline sub influența căldurii centrale; cu timpul rocele sedimentare, formate prin distrugerea uscaturilor, s'au îngrămădit tot mai mult, au îngroșat tot mai mult scoarța solidă, încât din ce în ce mai puține roce topite au mai putut ajunge până la suprafață; iar căldura nucleului tot mai puțin a putut să străbată grosimea enormă a sedimentelor îngrămădite pe fundul oceanelor și mărilor, ce-și schimbau neconținut locul. Azi influența de metamorfozare a căldurii centrale nu se mai simte decât de cele mai profunde strate ale scoarței; iar iviri de roce eruptive nu se mai întâmplă decât pe linii de rupturi mari și adânci, dealungul cărora sunt înșirați vulcanii actuali.

Pentru ușurarea studiului său *Geologia generală* se împarte în două mari capitole: primul, cuprinzând studiul *mineralelor* ce constituie rocele, ca și studiul *structurii, originii* și modului de prezentare al rocilor în scoarță, numit *Geologia petrografică*, și un al doilea capitol, care se ocupă cu modificările ce încearcă azi scoarța globului, sub influența diferiților *agenți*, care-i dau structura și aspectul actual, din studiul cărora putem trage concluziuni și asupra modificărilor încercate de scoarță în timpurile geologice, numit *Geologia dinamică*.

## GEOLOGIA PETROGRAFICĂ.

### A) Mineralele principale ce constituie rocele din scoarța globului.

Prin mineral se înțelege un corp chimicește bine individualizat, constituit dintr'un singur element (Grafitul, Diamantul), sau din mai multe elemente chimice combinate (Sarea, Cuarțul), cristalizat sau amorf, care ia parte la alcătuirea rocilor din scoarța globului. Mineralele se disting unele de altele prin caractere particulare fizice și chimice. Și dacă pentru determinarea caracterelor chimice este suficientă o analiză chimică calitativă sau cantitativă, prin care putem afla elementele chimice simple ce-l compun și proporția în care aceste elemente se combină; pentru determinarea

caracterelor fizice, trebuie să studiem proprietățile lor optice și cristalografice; duritatea; densitatea, etc.

În special pentru determinarea proprietăților cristalografice, s'a stabilit în Mineralogie o serie de 6 sisteme cristaline: Sist. cubic, pătratic, hexagonal, ortorombic, monoclinic și triclinic, corespunzând formelor geometrice: cub, prisma pătrată, prisma hexagonală, prisma rombică dreaptă, prisma rombică oblică și prisma oblică cu baza un paralelogram; în care împreună cu formele derivate din ele, se cuprind toate formele de cristale ce se găsesc în natură (Fig. 12). Cât privește determinarea durității s'a stabilit o scară de duritate, bazată pe rezistența la sgăriat a unor minerale tipice, în care intră următoarele 10 minerale, cu care încercăm

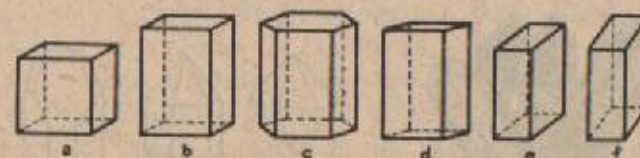


Fig. 12. — Formele cristalografice tip (după Tschermak).

a Cubul, b Prisma pătrată, c Prisma hexagonală, d Prisma rombică dreaptă, e Prisma monoclinică, f Prisma triclinică.

duritatea mineralului ce studiam, clasându-l în raport cu gradul său de rezistență la sgăriat: 1. - Taleul, 2. - Gipsul (Sarea), 3. - Calcita, 4. - Fluorina, 5. - Apatita, 6. - Ortoza, 7. - Cuarțul, 8. - Topazul, 9. - Corindonul, și 10. - Diamantul.

Sunt puține la număr mineralele principale, ce alcătuiesc în mod caracteristic rocele și după compoziția lor chimică le putem grupa în: Oxizi, Silicați, Săruri haloide, Sulfuri, Carbonați, Sulfati, Fosfati și Corpuri simple.

### 1. — Oxizii.

Prin oxizi se înțeleg combinațiuni de ale corpurilor simple cu oxigenul, fie că în compoziția mineralului găsim un singur oxid, sau sunt reușiți mai mulți între ei.

Cuarțul ( $\text{SiO}_2$ ;  $G = 2,6 - 2,7$ ;  $D = 7$ )<sup>1</sup> este o silice pură cu aspect vinețiu-sticios, cu spărtură inegală și conchoidală și când se prezintă cristalizat, cristalele au forma de prisme hexagonale,

<sup>1</sup> G = Greutatea specifică (Densitatea); D Duritatea.



terminate la capete prin piramide. Uneori prisma lipsește complet și cele două piramide se unesc direct prin bazele lor (Fig. 13).

Cuarțul este de sigur cel mai dur dintre mineralele obișnuite ce intră în alcătuirea rocilor eruptive ca: granitul, porfirul cuarțifer, rhyolitul, obsidianul, dacitul, etc., din care cauză prin descompunerea acestor roce, cuarțul nu suferă de loc alterări, astfel că-l găsim cu aceleași caractere, depus de ape, în mai toate rocele sedimentare silicioase ca: nisipuri, gresii, conglomerate, etc.

Cele mai frumoase cristale de cuarț, se depun din soluțiuni reci sau răcite pe pereții golurilor din rocele eruptive granitice — în druze —, însă nu lipsesc nici de pe pereții crăpăturilor, fie în rocele eruptive, granitice, fie în gresii, cum este gresia carpatică

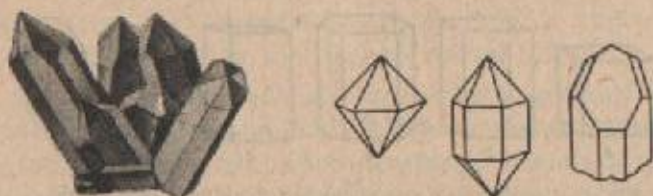


Fig. 13. — Cristale de cuarț, în stânga conerescute în druze; în dreapta izolate.

din Carpații Moldovei și Bucovinei. În dacitele aurifere dela Roșia Montana, roca este plină de cristale de cuarț bipiramidat, uneori admirabil cristalizat.

În privința aceasta și Geiserii ne dau un frumos exemplu, apa lor depunând în jurul micului lor crater un depozit amorf, tufaceu, de silice, numită Geizerita.

Și unele animale, ca **Radiolarii** și **Spongierii**, au silicea în corpul lor, sau formă de schelet, precum și unele plante ca **Equisetum** (Coada Calului sau Păru Porcului), **Gram** inele: dar mai ales **Diatomeele**, care formează prin sedimentarea carapacelor lor silicioase depozite însemnate de silice numită **tripoli** sau **pământel**.

În general cuarțul cristalin ce se găsește fie în rocele eruptive fie depus de ape pe crăpături, poate fi: **clar** cum este **Cristalul de stâncă**<sup>1</sup> și ca **Diamantul de Maramureș**; **violet** ca **Ame-**

<sup>1</sup> În general Cuarțul, la temperatura ordinară cristalizează din soluțiuni în prisme și romboedri (**Cuarțul ordinar**  $\beta$ ); însă dacă îl încălzim la  $575^{\circ}$ , devine hexagonal (**Cuarțul  $\alpha$** ). Încălzit la  $870^{\circ}$  îl și mărește puțin volumul, transformându-se în varietatea numită **Tridimit**; iar la  $1470^{\circ}$  dă varietatea numită **Cristobalit**, varietăți care apar în rocele eruptive trachitice și andesitice. La  $1685^{\circ}$  Cuarțul se topește, însă dacă-l încălzim brusc, se topește dela  $1500^{\circ}$ .

**tistul**; **negricios** ca **Cuarțul fumuriu**; **galben** sau **galben-cenușiu** ca **Citrinul** (**Topazul fals**); **alb-lăptos** ca **Cuarțul lăptos**, și **opac**, ori **alburui-stielos** și **amorf**, ca **Cuarțul comun**.

Cuarțul depus din soluțiuni (secundar) este în general, mai puțin rezistent ca cel (primar) din rocele eruptive și prezintă în natură următoarele varietăți:

**Calcedonia**, care este o silice fibroasă radiar, translucidă, uneori cu aspect irizant, de culoare albă sau cenușie, mai rar brună, neagră, galbenă sau albastruie. Ea apare ca mineral secundar ce umple golurile și fisurile rocilor eruptive și poartă după aspect, după culoare și după structură, numele de: **Cornalină** când este roșie deschisă sau gălbuie; de **Chrisopraz** când este verde gălbuie ca iarba; de **Heliotrop** sau **Jasp sanguin**, când se prezintă ca un amestec de Cornalină, și Chrisopraz; de **Agat** (Fig. 14), cu zone concentrice de colori deosebite, sau pătate; de **Onix** cu zone regulate; de **Jasp**, colorat în general în roșu sau gălbui; ori cu irizații numit **Ochi de pisică** și **Ochi de tigr**, și în fine de **Cremene**, cenușie-vântă, cu spărtura conchoidală tipică, sau de **Corn** care diferă de cremene numai prin o spărtură solzoasă.

**Opalul**, e o silice secundară hidratată, mai puțin dens și mai puțin dur ca cuarțul. El este în general amorf, cu aspect stielos sau rășinos; alb, roș, gălbui, cenușiu, verde sau chiar albastrui, uneori cu irizațiuni frumoase. După aspect, structură și culoare, distingem: **Opalul nobil**, întrebunțat ca piatră prețioasă, din cauza irizațiunilor sale frumoase;

**Opalul comun**, translucid, incolor și cu structură lamelară cum este în lemnele pietrificate; **Hyalita**, clară și incoloră: **Geiserita**, albă tufacee, depusă de apele fierbinți ale Geiserilor; **Menilita**, o silice brună sau cenușie, concreționată în rocele argiloase, și **Tripoli**, format din sedimente de carapace de Diatomee (alge). Opal, uneori foarte frumos (nobil), se găsește în unele din rocele eruptive noi din Transilvania, depus de apele mineralizatoare pe crăpături și goluri.



Fig. 14. — Agat, tăiat și lustruit.



**Oligistul, Hematita sau Fierul oligist.** ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ;  $G=5,19-5,28$ ;  $D=5,5-6,5$ ), se prezintă în cristale negricioase albastrii (culoarea fierului ars în foc), de cele mai multe ori însă formează nodule sau mase noduloase cu structura fibroasă, fibrele dispuse concentric și de culoare brună roșiatică. Sgâriată cu un vârf ascuțit dă praf roșiatic. Hematita nu-i magnetică și ia parte la constituția granitului, sienitului, gneisului și micașistului. Ea se mai găsește și în calcare la contactul lor cu rocele eruptive (în Munții Apuseni și la Vădari, Gorj), sau apare sub formă de vine și dungi în crăpăturile rocilor, ca produs de alterare al acestora. Când este roșie-pământoasă, poartă numele de **Ocră roșie**. Oligistul se întrebuințează la extragerea fierului [Bănat, Transilvania (Hărgăhita, Sălcina în M<sup>u</sup>. Apuseni, Iloba lângă Baia-Mare, etc.), Baia-de-Fier, și Baia-de-Aramă în Gorj și în Dobrogea].

**Ilmenita** [ $(\text{Fe Ti})\text{O}_2$ ;  $G=4,5-5,2$ ;  $D=5-6$ ] afară de compoziția sa chimică, ea mai diferă de Hematită și prin culoarea sa neagră cu luciu metalic și prin aceea, că sgâriată cu un vârf ascuțit dă un praf brun sau brun-roșcat (Pian, Transilvania).

**Limonita** ( $2\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ;  $G=3,4-3,95$ ;  $D=5$ ) este un corp amorf, în mase fibroase neregulate, ca nodule ori ca stalactite, de culoare brună sau galbenă-brună, dând prin sgăriare un praf galben-brun. Limonita este foarte răspândită și provine în general din alterarea mineralelor ce conțin fier. Când este galbenă pământoasă ea poartă numele de **Ocră galbenă**. După felul concreționării sale ea dă varietăți ca: **L. fibroasă**; **L. oolitică** și **L. pizolitică**. Prin ardere Limonita pierzând apa dă ocră roșie. Ea se găsește și la noi în Gorj la Baia-de-Fier, Baia-de-Aramă; în Dobrogea; în Bănat și Transilvania, la Oravița, Sasca, Luncani, Ghelar, Măneasa, Trăseanu, etc.



Fig. 15. — Magnetită, în cristale octaedrice.

**Magnetita** ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ;  $G=5$ ;  $D=5,5-5,6$ ) se găsește mai în toate rocele eruptive și în unele șisturi cristaline sub formă de cristale octaedrice (Fig. 15), de culoare neagră, cu luciu metalic, foarte magnetice (magnet natural) și când sunt sgăriate, dau un praf negru. Ea se întrebuințează la fabricarea fierului de bună

calitate și se găsește în cantități mai mari în Statele-Unite, Urali, Elba, Transilvania (Dognecea, Moravița, Baia-de-Aramă, Baia-Mare) și Bucovina (Pojorăta); iar în mici cantități și în Munții Gorjului, Mehedințului, Sucevei și în Dobrogea de Nord.

**Corindonul** ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ;  $G=4$ ;  $D=9$ ), se găsește cristalizat în prisme hexagonale sau piramide (Fig. 16), de multe ori însă apare ca mase compacte în rocele eruptive (granite, sienite, bazalte) și în unele șisturi și calcare metamorfice. Cele mai frumoase varietăți transparente de Corindon ne dau **Safirul** (albastru) și **Rubinelul** (roșu), întrebuințate ca pietre prețioase (India, Birmania, Ceilan, Siam, Urali, etc.). Rubinelul se fabrică azi și pe cale sintetică. — **Rubinelul de sinteză** — prezentând colori mai vii și mai frumoase chiar decât cel natural. Corindonul în mase compacte este amorf (Insula Naxos și Asia Mică) și redus în praf și amestecat cu Magnetită și cu Oligist, se vinde în comerț sub numele de **Emeri**, care din cauza durtății sale se întrebuințează la lustruirea pietrelor de ornament.



Fig. 16. — Cristal de corindon (prismă cu piramide hexagonale).

Fig. 17. — Cristal de rutil macleat în formă de genunchi.

**Spinellii** sunt minerale în general cu o duritate mare, prezentând cristale simetrice frumoase, compuse din oxizi de Fe, Mg, Al, Zn și Cr, dintre cari multe sunt întrebuințate ca pietre prețioase. Între acestea cel mai întrebuințat este **Rubinelul** ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{MgO}$ ;  $G=3,5-4,1$ ;  $D=8$ ) în cristale octaedrice cu luciu sticlos și colorate în roșu închis — **Rubinelul spinel** —, în roz — **Rubin Balais** (India) — sau în galben auriu — **Rubicezul** —, ori în violet — **Almandinul**.

Oxizi de mai puțină importanță pentru compoziția rocilor sunt:

**Casiterita** ( $\text{SnO}_2$ ;  $G=7$ ;  $D=6-7$ ) apare ca cristale patratiche, de culoare brună-neagră, gălburie sau alburie și cu luciu adamantin.

**Rutilul** ( $\text{TiO}_2$ ;  $G=4,3$ ;  $D=6-6,5$ ) cu cristale în prisme patratiche, ascuțite și macleate în ge-

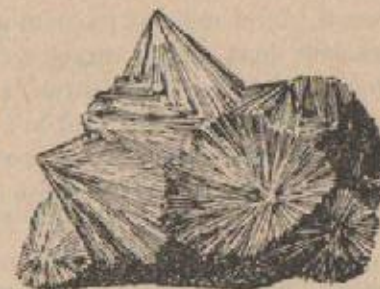


Fig. 18. — Piroluzită.



nunche (Fig. 17), prezentând două varietăți: **Anatazul** și **Brookitul** (ortorombic), (Pian în Transilvania).

**Piroluzita** ( $MnO_2$ ;  $G = 4,7 - 5$ ;  $D = 2,5$ ) rar cristalizată, în general în mase fibroase negre, dispuse radiar (Fig. 18), ori ca pelicule; sau formând figuri ramificate arborescente (dendrite) pe suprafețele de separație ale straturilor rocilor și rezultând din descompunerea rocilor, ce conțin mangan (în munții Rodnei, în Suceava, în Banat, la Sasca, în Bohemia, Saxonia, etc.) La Broșteni (Suceava), se găsește **Broștenita** (Oxid de mangan și fier, hidratat).

**Zirconul** ( $ZrO_2 \cdot SiO_2$ ;  $G = 4,5$ ;  $D = 7,5$ ) care-i mai mult un silicat, are cristale în prizme hexagonale, diferit colorate, între cari cele colorate în roș poartă numele de **Hiacint** și se întrebunțează ca piatră prețioasă (Pian, Rodna, Ditrău, în Transilvania).

## 2. Silicații.

Silicații sunt combinațiuni de ale acizilor siliciei, cari dau mineralele cele mai importante, ce intră în constituția rocilor eruptive și a șisturilor cristaline. Din cauza numeroaselor și variatelor combinațiuni ale acestor acizi, distingem mai multe grupe de silicați.

### Grupa Feldspaților.

Feldspații sunt silicați dubli de aluminiu și de un metal alcalin sau alcalino-teros și ei joacă cel mai important rol în constituția rocilor eruptive. După compoziția lor chimică și după felul lor de cristalizare distingem două subgrupe.

#### Feldspații potasiei sau Ortoclazi.

**Ortoza** ( $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ ;  $G = 2,6$ ;  $D = 6$ ) este un feldspat potasic, monoclinic, colorat de obicei în alb, cenușiu, sau roșcat. Acest mineral prezintă uneori cristale mari, bine dezvoltate, maelate după maela caracteristică de Carlsbad și cu un clivaj în unghi drept (Fig. 19.) Ortoza este un mineral esențial ce intră în constituția rocilor eruptive, ca: granitul, porfirul, sienitul, rhyolitul, fonolitul, trachitul, etc. și are ca varietăți: **Sanidinaul**, o ortoza transparentă, sticloasă, în cristale tabulare, care se găsește în constituția rocilor eruptive noi, ca trachitul și fonolitul; **Adularul transparent** și **Adularul sticios**, în rocele (granit) și șisturile cristaline (gneis) vechi, și **Caolinul** ( $2SiO_2 \cdot Al_2O_3 \cdot 2H_2O$ ;  $G = 2,5$ ;  $D = 1$ ), care este un mineral pământos, alb când este curat, pro-

venind din descompunerea feldspaților și mai ales din Ortoză, prin hidratare, pierzând potasiu și o parte din acidul silicic. Caolinul curat se găsește în China, Japonia, Bohemia, Franța și din cauză că face o pastă cu apă, el se întrebunțează la fabricarea porțelanului.

În România în mici cantități și mai puțin pur, caolinul se găsește în Gorj (Muntele Muncel); în Dobrogea de Nord, umplând unele crăpături și goluri în roce; în Bănat la Sasca, și în Munții Apuseni, în Transilvania.

**Microclinul** [ $(KNa)_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ ], are aproape aceeași compoziție ca ortoza, cristalizează în sistemul triclinic și se întâlnește foarte des în granite (Granit-gneisul cu ochiuri de microclin din Cozia, granitul de Dobrogea, etc.).

#### Feldspații calco-sodici sau Plagioclazi.

Acești feldspați formează o serie de silicați cari începând cu **Albita**, un silicat aluminosodic, și finind cu **Anortita**, un silicat aluminocalcic, cuprind minerale formate din amestecuri izomorfe cu proporții de Na și de Ca condiționate de

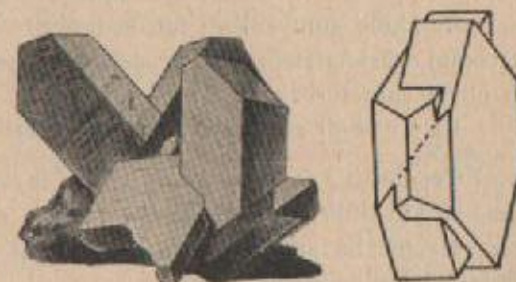


Fig. 19. — Ortoza (în dreapta maelată după maela de Carlsbad).

echilibrul chimic între aceste două extreme, după cum se poate vedea din tabloul de mai jos. În general acești feldspați cristalizează în sistemul triclinic și au un clivaj de aproape  $90^\circ$ .

<b>Albita</b> $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 = Ab$	
<b>Oligoclazul</b> . . . . .	10 Ab + 3 An
<b>Andezina</b> . . . . .	2 Ab + 1 An
<b>Labradorul</b> . . . . .	2 Ab + 3 An
<b>Anortita</b> $CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 = An$	

#### Grupa Feldspatoizilor.

Feldspatoizii sunt minerale a căror constituție seamănă cu aceea a feldspaților și au aproape aceeași importanță cu privire la constituția rocilor eruptive noi. Ca feldspatoizi se disting:



**Leucita.** ( $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 4SiO_2$ ), transparentă și incoloră, sau cenușie-gălbui și apare uneori în cristale mai mari de formă trapezodrică (cubic), mai ales în lăvele Vezuviului. (Fig. 20).



Fig. 20. — *Leucita* (cristalizată în trapezodru), din lăvele Vezuviului.

prezintă un reflex verzui poartă numele de **Eleolită**. (Ditrău în Transilvania, în sienite).

#### Silicații fero-magnezieni. Grupa Amfibolilor. $SiO_3Mg(Ca, Fe)$ .

Amfibolii sunt silicați fero-magnezieni (unii destul de bogați în sodiu), cari cristalizează în sistemele monoclinic și triclinic și au un clivaj caracteristic de  $124^\circ, 11^\circ$ .

Ca amfiboli se întâlnesc mai des următoarele minerale:

**Tremolita**, se prezintă de obicei în cristale fine, lungi, lameloase-striate (fibroase) și dispuse radiar, de culoare albă, cenușie sau verzuie. Ea apare des în șisturile și calcarele cristaline, la contactul lor cu rocele eruptive.

**Actinotul**, conține mai mult fier ca tremolita, din care cauză cristalele sale lungi aciculare și agregate radiar, sunt de culoare verzuie-închisă și se găsesc de obicei alături de tale și de clorită în șisturile cristaline.

**Asbestul sau Amiantul**, reprezintă varietăți de tremolită și de actinot, așa de fibroase, încât se pot separa în fire mătăsoase fine, din care se pot face paste și răsuci fire, cari la rândul lor se pot toarce și țese. Multe din asbesturile din comerț nu sunt amfiboluri, ci serpentine fibroase (*Chrysotil*). Asbest se găsește pe multe părți în munții noștri, exploatabil însă se găsește în Bănat.

**Nefrita**, este translucidă, compactă, sau fibroasă, de obicei pătată în galben și verzui, și se poate lucra foarte artistic. Ea a servit și omului primitiv la fabricarea instrumentelor de piatră (Siberia, Tibet, Noua-Zeelanda).

**Nefelina.** ( $Na K)_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ ), un silicat de sodiu și de aluminiu cu puțin potasiu, apare în cristale de forma unei prisme hexagonale turtite, cu aspect sticlos, transparentă sau opacă. Când

**Hornblendă**, este amfibolul monoclinic cel mai important, având o compoziție chimică ca aceea a actinotului, însă cu mai mult  $Al_2O_3$ . Acest mineral se întâlnește des în bazalte, în diorite și în șisturile amfibolice, unde se prezintă în cristale alungite de formă prismatică și de culoare verde-închisă sau neagră.

**Ribeckitul**, este un amfibol negru, în plăci subțiri, foarte răspândit în granitul din Dobrogea.

#### Grupa Piroxenilor.

Piroxenii au aceeași constituție chimică ca și amfibolii, cristalizează însă în prisme ortorombice și monoclinice și au un clivaj deosebit, de aproximativ  $90^\circ (87^\circ)$ , prin care se deosebesc de amfiboli care îl au de  $124^\circ$ .

Prin descompunere, piroxenii ortorombici se transformă de obicei în amfiboli (hornblendă, mai rar actinot), pe când cei monoclinici se transformă în tale și serpentine.

#### Piroxenii monoclinici.

**Augitul** este foarte comun în bazalte, unde apare fie în lame, fie în prisme scurte cu baza patratică, de culoare închisă sau neagră (Fig. 21).

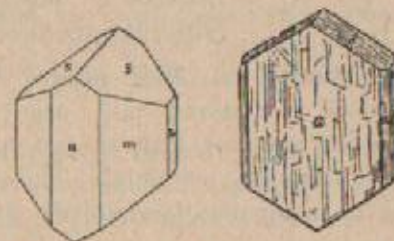


Fig. 21. *Augitul*. Fig. 22. — *Dialagiul*.

**Dialagiul** este cenușiu, brun sau verzui și apare rar în forma cristalină (Fig. 22), mai des se găsește cu structură lamelară sau foliacee, în gabouri și în serpentine (Parângu).

#### Piroxenii ortorombici.

**Enstatita**, un silicat de magneziu, cu puțin fier, de culoare albă-cenușie.

**Bronzita**, cu ceva mai mult fier, se prezintă în mase lameloase-mătăsoase, cu luciu metalic.

**Hiperstenul**, se prezintă în plăci subțiri de culoare verzuie-închisă, cu reflex arămiu.



### Grupa Micelor.

Micele sunt silicați complexi fero-magnezieni (cele negre) și alumino-potasici (cele albe), cari se prezintă de obicei în lamele cu contur hexagonal (prisme monoclinice foarte turtite) și cu un clivaj (paralel cu baza) foarte pronunțat, din care cauză ele se și desfac cu ușurință în foi subțiri, elastice și ușor de sgârlat. Ele se găsesc ca minerale constitutive în mai toate rocele și șisturile cristaline, de unde prin desagregare trec în mai toate rocele sedimentare (nisipuri, gresii, etc.), sub formă de fluturași strălucitori argintii sau negri.

**Moscovita** sau **Mica albă** (Fig. 23) este o mică potasică albă sau argintie, foarte răspândită ca fluturași în gneisuri, micașturi, granite, pegmatite, etc., de unde prin desagregare trece în nisipurile și prundișurile tuturor râurilor, găsindu-se ustiel și în gresii și conglomerate. Când se găsește în plăci mai mari (Rusia, Vâlcea-

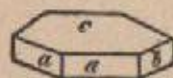


Fig. 23.  
Mica albă.

Munții Lotrului-Voineasa), ea servește ca sticle de ochelari (automobilisti), de geamuri (felinare, vapoare de război, sobe de fier) și ca izolatoare electrice. Prin alterare ea dă **Sericita**, care se găsește ca poșghițe fine mătăsoase, cenușii, în șisturile sericitoase.

**Biotita** sau **Mica neagră** este o mică magneziană, care se prezintă în fluturași mici negri, atât în șisturile cristaline cât și în rocele eruptive. Prin alterare ea trece la **Clorită**.

De multe ori ambele (moscovita și biotita) se găsesc împreună în multe roce (granitul din Munții Gilăului).

### Grupa Cloritelor.

Cloritele sunt în general mice secundare, cari iau naștere în roce prin alterarea silicaților fero-magnezieni.

**Clorita** provine prin descompunere din biotită, din augită și din hornblendă.

**Glauconitul** (silicat feropotasic) apare ca grăunte verzui, de mărimea pulberii de pușcă, în unele gresii și calcare cretacee (Dobrogea) și numulitice (Valea Oltului), ca și în interiorul căsuțelor scheletice de Foraminifere (calc. numulitic de Albești, Mușcel). De multe ori el e întrebuințat ca îngrășământ (vegetale). Glauconitul se formează și azi pe fundul mărilor tropicale.

### Grupa Olivinei.

Această grupă cuprinde minerale formate de silicați feromagnezieni fără alumina, care prin alterare, dau serpentine.

**Olivina** sau **Peridotul**, apare în bazalte sub formă de cristale ortorombice și de masse cristaline de culoare galbenă-verzuie (undelemnă), cu aspect sticlos și spărtură conchoidală. Prin îngrămădire în masse mari, ea poate constitui roce, numite **Peridotite**.

**Chrysolițul** este o varietate de peridot, transparentă și galbenă-verzuie, care se întrebuințează în bijutărie.

### Grupa Talcului și a Serpentinei.

**Talcul** este un silicat hidratat de magneziu, alb sau verzui, lamelos-fibros, unsuros la pipăit foarte fragil și cel mai puțin dur ( $D = 1$ ). El apare mai mult ca un produs de descompunere în șisturile talcoase. Varietatea alburie sau cenușie-verzuie, numită **Steatită**, se întrebuințează, prăfuită, să ușureze îmbrăcatul mânușilor și ghetelor; iar cea albă, numită **Cretă de Briançon**, este întrebuințată de croitori ca să însemneze corecturile ce trebuie făcute hainelor la încercat.

**Magnezita** sau **Spuma de Mare**, are aceeași compoziție ca talcul și se prezintă în masse necristaline, fie compacte, fie poroase (ceia ce o face să plutească pe apă ca o spumă) și se întrebuințează de obicei la fabricarea pipelor (lulelelor).

**Serpentina** este un silicat magnezian hidratat, cu fier, care se prezintă în masse și agregate, cu o structură fibroasă-lameloasă fină, cu un aspect lucios, unsuros la pipăit și de culoare neagră-verzuie sau galbenă-verzuie. Când se prezintă de culoare verde închisă sau galbuie, unită, care se poate lustrui trumos, poartă numele de **Serpentină nobilă** și se întrebuințează ca piatră de ornament. Varietatea fibroasă, numită **Chrysotil**, prin alterare, procură o bună parte din asbestul din comerț. În Munții Gorjului, ai Mehedințului și Bănatului, serpentina apare în masse mari, constituind roce, dintre care unele, prin fineța structurii lor, se pot transforma în obiecte de artă.

### Grupa Epidotului.

**Epidotul** sau **Pistazita** este un silicat de calciu, de aluminiu și de fier, care apare în cristale monoclinice de culoare verde-galbuie în unele gneisuri și amfibolite.



**Epidotul** calcic sau **Zoizita**, un silicat de calciu și de aluminiu, în naștere în gabouri prin descompunerea feldspatilor.

### Grupa Grenatilor.



Fig. 24. — Grenatul.

Grenatii sunt în general silicați alumiinați de fier, calciu, magneziu, crom și mangan, și după predominarea unuia sau altuia din aceste elemente, se disting: grenati aluminosi, ferici, calcici, magnezieni, manganiferi, etc. Ei cristalizează în formă de dodecaedri romboidali (Fig. 24).

**Grosularul** e un grenat calcic, cu aspect sticios și de colorii variate, ce apare ca mineral de contact (Bănat, Parângu).

**Pyropul** e un grenat magnezian, roșu caracteristic și când este transparent și colorat frumos, este întrebuințat în bijuterie.

**Almandinul** e un grenat feric, roșu-violet sau negru, comun în granite și în gneisuri.



Fig. — 25. Turmalina

### Turmalinele.

( $G = 3$ ;  $D = 7-7,5$ )

Sunt minerale cu constituția foarte complicată, în general boro-silicați alumiinați de fier, magneziu și sodiu.

Ele se găsesc în șisturile cristaline și numai rar în rocele eruptive (granite, porfire).

**Turmalina nobilă**, de culoare verde-albăstruie sau brună, se întrebuințează ca piatră prețioasă.

**Turmalina verde**, prin proprietatea sa de a polariza lumina și de a absorbi aproape complet una din razele polarizate, s'a întrebuințat la început la studiul mineralelor în lumină polarizată (Fig. 25).

### Grupa Andaluzitei.

Cuprinde minerale constituite din  $Al_2O_3$  și  $SiO_2$  (**Andaluzita**, **Disthenul**) ce apar în șisturile cristaline pe zonele de contact cu granitul. Între acestea **Topazul** ( $Fl_2Al_2SiO_4$ ) prin duritatea sa mare ( $D=8$ ) și prin colorațiunile sale frumoase (galben ca paiul, verzui sau roșcat), se întrebuințează ca piatră prețioasă.

### 3. Săruri haloide.

**Fluorina** ( $CaF_2$ ;  $G=3$ ;  $D=4$ ); cristalizează de obicei în cubi cu macle de pătrundere, cu aspect sticios, de culoare variată (violetă, verde, albastră, gălbuie mai rar roză), însoțind deseori ganga minereurilor de staniu și de plumb. Ea este fosforescentă și se întrebuințează în metalurgie spre a ușura topirea (Fig. 26).



Fig. 26.  
Fluorina (cristale cubice).

**Sarea** ( $ClNa$ ;  $G=1,7$ ;  $D=2,5$ ) numită **Sarea gemă** sau **Sarea de bucătărie**, cristalizează în cubi cu aspect sticios și se găsește în massive și zăcămintele puternice (în Subcarpații Olteniei, în Carpații și Subcarpații Munteniei și Moldovei, în Basinul Transilvaniei și Subcarpații Galiei; în Germania, Spania, Africa, America de Nord și de Sud, în Australia, în India, etc.), sedimentată împreună cu anhidrită, gips și cu săruri de potasiu. Ea se crede a fi un produs de concentrație din apele mărilor închise și ale lagunelor din timpurile geologice, începând cu cele mai vechi și până azi. În cantități mici ea se găsește și ca produs de sublimare în regiunile vulcanice.

Sarea, când este curată, este transparentă și cubii se clivează ușor paralel cu fețele, fapt ce se observă când se pisează un drob de sare. Când are impurități (incluziuni) este colorată în vinețiu, cenușiu, roșcat, gălbui sau chiar verzui.

Încălzită produce sgomote de decriptare (pleznește), din cauză că pierde apa sau gazele ( $CH_4$ ) ce conține ca incluziuni.

### 4. Sulfuri.

Prin sulfuri se înțeleg combinațiunile sulfurii cu metalele.

**Pirita** ( $FeS_2$ ;  $G=5$ ;  $D=6-6,5$ ) este un mineral de culoare galbenă-aramie, ce cristalizează în cubi (Fig. 27) sau octaedri cubici și care sgăriată dă un praf negru. Pirita s'a întâlnește ca mineral în rocele eruptive, mai des însă se întâlnește în filoanele metalifere, în șisturi, în gresii, în cărbuni, ori în argile și marne, unde formează aglomerate și noduri de forme variate (Comarnic, în Prahova; Aghirș lângă Cluj, etc.),





Fig. 27. — Pirita.

**Marcasita** are aceeași compoziție ca pirita, cristalizează însă în prisme ortorombice tabulare, de culoare galbenă bronzată, bătând în verzui, cari sgăriate dau un praf verzui (Munții Apuseni).

**Pyrotina** are aproape aceeași compoziție ca pirita, doar este magnetică și sgărită lasă un praf cenușiu-lăchis (Dognasca în Banat).

### 5. Carbonați.

Carbonații sunt săruri ale acidului carbonic și se disting ușor prin efervescența ce fac cu acizii, cari pun în libertate anhidrida carbonică ( $\text{CO}_2$ ).

**Calcita** ( $\text{CO}_3\text{Ca}$ ;  $G=2,7$ ;  $D=3$ ), se prezintă în cristale romboedrice (hexagonale, Fig. 28), sau în scalenoedri, transparente, cu clivaj după fețele romboedru-lui, care se sgărie ușor cu un vârf de oțel. Ea prezintă fenomenul de dublă refracție a luminii (două imagini), calitate, care o face ca să fie întrebuințată ca polarizator al luminii la microscop, mai ales varietatea numită **Spatul de Islanda**.



Fig. 28. — Spatul de Islanda.

După cuarț ea este cel mai răspândit mineral în natură, Calcita formează masa calcarelor, a marmorelor și cimentul de legătură între elementele componente al majorității rocilor sedimentare; amestecată cu argilele formează marnele. Ea se găsește în concreționări (stalactite) și în ganga vinelor metalifere.

**Aragonita**, cu aceeași constituție chimică ca și calcita, cristalizează în forme aciculare ortorombice și se depune mai ales din apele izvoarelor minerale formând concrețiuni și pisolite, ca și din apele de infiltrație în golurile rocilor eruptive (Corond, în Transilvania).

**Dolomita** ( $\text{CO}_3\text{Ca}$ ,  $\text{CO}_3\text{Mg}$ ;  $G=3$ ;  $D=3,5$ ) este un carbonat de calciu și magneziu, care cristalizează în prisme hexagonale

cu fețele puțin curbe, albe cenușii sau gălbui. Dolomita este ceva mai dură și ceva mai densă decât calcita, iar calcarele dolomitice se deosebesc ușor de celelalte, prin modul lor special de desăgregare, în sfărâături colțuroase mici.

**Sideroza** ( $\text{CO}_3\text{Fe}$ ;  $G=3,8$   $D=3,5-4,5$ ) se găsește în romboedri cu fețele curbe și cristalele dispuse în rozetă, incolore sau brun-roșcate prin alterare la aer, formând vine și chiar munți întregi, ca la Eisenerz în Stiria, în Banat, etc. și se exploatează pentru extragerea fierului.

### 6. Sulfatii.

Sulfatii sunt săruri de ale acidului sulfuric.

**Anhidrita** ( $\text{SO}_4\text{Ca}$ ;  $G=3$ ;  $D=3-3,5$ ) este un sulfat de calciu anhidru și se găsește în formă de cristale ortorombice, aglomerate în masse reniforme sau granuloase, însoțind sarea și gipsul.

**Gipsul**, (Trânt, Durduel, Piatră albă, P. de cojoace, Sarea mafei, Ghița femeii). — ( $\text{SO}_4\text{Ca} + 2\text{H}_2\text{O}$ ;  $G=2,3$ ;  $D=1,5-2$ ) se prezintă în cristale prismatice monoclinice, maclate adeseori în macla caracteristică în formă de vârf de lancie, transparente, mai rar albe, gălbui sau cenușii (Fig. 29). Când cristalele sunt fine, aciculare, mătăsoase, cum se observă în unele marne, se numește **Gips fibros**; iar când bobul este fin, compact și massa translucidă, se numește **Alabastru** și se poate ușor lueră (Slănic, Prahova; Turda, etc.).

Gipsul formează depozite însemnate în Eocenul Transilvaniei și Moldovei, în Mediteranul Subcarpaților, Olteniei, Munteniei, Moldovei și în Bas. Transilvaniei; din el se fabrică prin ardere ipsosul.

**Baritina**. ( $\text{SO}_4\text{Ba}$ ;  $G=4,5$ ;  $D=3,5-3,8$ ) se găsește rar bine cristalizată (ortorombic), mai des însă se prezintă ca o massă cristalină fibroasă, în fisurile și golurile rocilor.

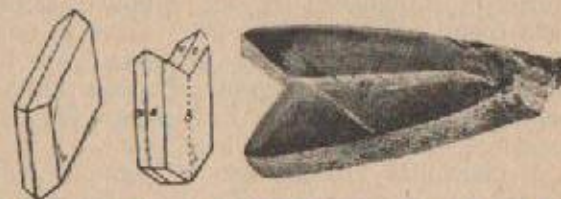


Fig. 29. — Cristale monoclinice de gips (unul crescut izolat și altele maclate în vârf de lancie).



## 7. Fosfații.

**Apatita.**  $[\text{PO}_4]_2\text{Ca}_2 + \text{Ca}(\text{F}, \text{Cl})_2$ ;  $G = 3,2$ ;  $D = 5$ ] este un fosfat de calciu cu clor și fluor, care se prezintă în prisme hexagonale subțiri, lungi și terminate cu piramide.

Împreună cu magnetita se găsește des ca mineral accesoriu în rocele eruptive, precum și ca incluziuni în mineralele acestora.

Varietățile pământoase, concreționare, pot constitui depozite însemnate, numite **fosforite**, dintre care multe sunt de origine organică.

## 8. Corpuri simple.

**Grafitul.** (C;  $G = 2$ ;  $D = 1$ ) dintre corpurile simple este cel mai des întâlnit în roce și în același timp este singura formă sub care carbonul ia o însemnată parte la constituția rocilor și sisturilor cristaline, formând uneori punți însemnate. El provine în general din cărbuni, sau din materii cărbunoase, grafitizate sub influența căldurii rocilor eruptive. Grafitul este amorf; negru cu luciu metalic; unsuros la pipăit; frecat pe hârtie lasă o urmă cenușie-neagră, și se prezintă în mase fine granulate, rar ca fluturări cu 6 margini (Munții Gorjului, în special deasupra Novacilor în M-tele Cerbu și la Baia de Fier). Întrebuințarea lui de căpetenie este la fabricarea creioanelor și a creuzetelor în care se topesc metale la temperaturi înalte.

**Diamantul.** (C;  $G = 3,5$ ;  $D = 10$ ) este carbon pur și este singura formă cristalină a carbonului.

Diamantul se găsește pe cale secundară în nisipuri și prundișuri, adus de ape odată cu acest material erodat din rocele cristaline vechi. El se scoate prin spălare cu apă. Cele mai renumite regiuni diamantifere sunt: partea de răsărit a Platoului Decan, în India; Brazilia răsăriteană, Australia, Insula Borneo, Munții Urali și Africa de Sud. În Transval diamantul se găsește într-un fel de brechie de sfărâmături de roce eruptive serpentinoase, ce umplu niște coșuri adânci, — neck-uri — cari se cred a fi coșuri de explozii de gaze vulcanice. Diamantul s'ar fi format în cristale, între aceste sfărâmături, prin reducerea hidrocarburilor mineralizatoare, bogate în carbon. Este singura regiune, unde diamantul se consideră că apare în zăcămint primar.

Diamantul cristalizează în sistemul cubic și se găsește în general ca *octaedru piramidal*, cu lățile puțin curbate. Este cel mai dur dintre minerale, având *duritatea 10*, densitatea  $3,5$ ; este foarte fragil; are luciu special *adamantin* cu ape (foc); este fosforescent la întunecare; transparent ca apa curată, rar colorat. Varietățile

negre (**carbonado**) și cele neregulate (**bort**), prinse în dinții unor aparate de sfredeli, servesc la perforarea rocilor; iar prăfuite, servesc la lustruirea diamantului și al pietrelor prețioase tari.

Valoarea mare ce o are diamantul ca piatră prețioasă se bazează pe duritatea, pe luciul și pe jocul de lumini (focul) ce prezintă.

Această valoare crește mult prin modul de tăiere special în *brilant* sau *rozetă*, care-i mărește strălucirea. Valoarea se prețuește în *carate* și un carat (0,205 grame) costă cam 50 fr. nelucrat și 200—600 fr. lucrat.

Printre diamantele renumite în lume sunt:

**Regentul francez (Pitt)**, cel mai mare brillant, 136  $\frac{3}{4}$  carate, conservat în Muzeul „Louvre” din Paris;

**Koh-i-Nor** (Munte de lumină), tot brillant (106  $\frac{1}{16}$  car.), în tezaurul englez al reginei Victoria;

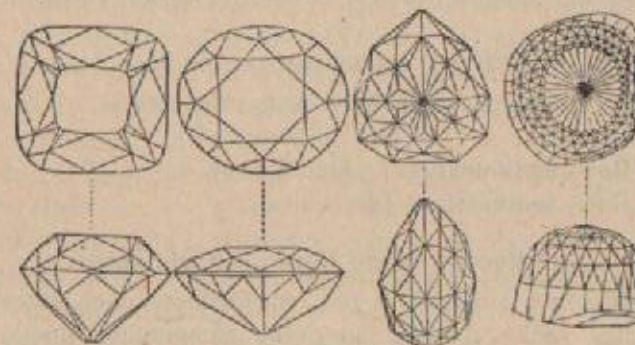


Fig. 30. — Patru din cele mai mari diamante din lume. Începând de la stânga: Regentul francez, Kohinoor, Florentinul austriac și Orlov.

**Orlov**, în rozetă (194  $\frac{3}{4}$  car.), care împodolea sceptrul țarului Rusiei;

**Marele Mongol** (în rozetă), care se crede că este în posesia Șahului Persiei, sub numele de *Deria-i-Noor* (Oceanul de lumină);

**Florentinul**, în rozetă (134  $\frac{3}{5}$  car.) în tezaurul austriac, etc. (Fig. 30).

Cel mai mare dintre toate diamantele a fost diamantul **Cullinan**, găsit în Africa de Sud, și dăruit coroanei engleze. El era de mărimea unui ou de găscă și cântărea 3032 carate. Azi se lucrează, transformându-se în două mari briliante.

## B) Rocile ce constituiesc scoarța globului.

Prin rocă înțelegem o masă formată de un agregat de minerale și de substanțe minerale cristalizate sau nu, masă care



constituiește o bună parte din scoarța pământului. Rocile pot fi tari și consolidate sau moi și chiar incoherente (granitul, argila, nisipul).

**Clasificarea rocilor.** — Rocile se clasifică, ținându-se seamă, în general, de modul lor de naștere, de structura lor și de caracterelor lor mineralogice și chimice.

Astfel unele roci sunt datorite activității interne a Pământului, numite **roci eruptive** (**r. intrusive** și **r. vulcanice**); altele născ prin alterarea, desagregarea și dărâmarea rocilor deja existente în timpul formării lor, cum sunt **roci sedimentare**; pe când altele au suferit așa schimbări profunde, încât este de multe ori greu de spus, dacă ele provin din roci sedimentare sau din cele eruptive, profund transformate, cum sunt **roci metamorfice**.

Ținând seamă de modul de naștere al lor, rocile se împart așa dar în:

1. **Roci eruptive** | **Intrusive** (roci de adâncime).  
(**ignee** sau **plutonice**). | **Efusive** sau **vulcanice**  
(roci de suprafață).
2. **Roci metamorfice** (cristalofiliene).
3. **Roci sedimentare** (neptunice).

#### 1. Roci eruptive (ignee sau plutonice).

Aceste roci iau naștere prin consolidarea unor materii minerale topite, venite dinspre interiorul pământului, numite cu o denumire generală de **magma**, a cărei compoziție chimică poate fi foarte complexă; căci compoziția chimică a magmei poate varia de la un punct la altul, atât în raport cu constituția sa originară, cât și cu felul rocilor străbătute și resorbite prin topire în drumul său. Privită dintr'un punct de vedere cu totul general, magma poate fi considerată ca alcătuită dintr'un **amestec topit de silicați și de oxizi**, cu **apă de constituție** și cu diferite gaze; care, prin **răcire și consolidare**, a dat naștere diferitelor roci eruptive.

Modul de răcire și de consolidare al magmei a avut o mare înrăurire asupra structurii roci, căreia i-a dat naștere.

Astfel, dacă **răcirea** s'a putut face **încet**, așa, ca diferitele elemente topite, ce o compuneau, să aibă posibilitatea să **cristalizeze complet în timpul consolidării**, roca care a luat naștere, având toate elementele mineralogice bine cristalizate, va prezenta o structură **cristalină omogenă**, și **grăunțoasă**, numită structură **holo-cristalină** (tip. granitul).

Dacă însă **răcirea** magmei s'a făcut **mai repede**, astfel că numai o parte din elementele mineralogice componente să fi putut **cristaliza** bine în timpul consolidării, restul rămânând fie ca o **masă fin cristalină**, fie **amorfa**, ori chiar **vitroasă** (sticloasă), roca care a luat naștere va prezenta o structură **semicristalină** (tip. porfirul).

Dacă însă **răcirea** s'a făcut în mod așa de **brusc**, încât în timpul consolidării magmei să nu fi putut cristaliza bine **nici un element** mineralogic component, roca care a luat naștere va prezenta o structură **vitroasă**, de aspectul unei sticle ordinare (tip. obsidianul).

Modul cum s'a făcut această consolidare a magmei, care după cum vedem are o influență atât de precumpănitoare asupra felului structurii roci la care a dat naștere, stă în directă legătură cu **locul** în scoarța globului unde s'a efectuat această consolidare; căci cu cât acest loc a fost mai la suprafața scoarței, cu atât răcirea s'a făcut într'un timp mai scurt și cu cât acest loc se găsea mai la adâncime, cu atât răcirea și consolidarea s'au efectuat mai îndelung.

Din cele arătate mai sus se poate ușor deduce, că structura **holocristalină** se va găsi de obicei la rocile eruptive, a căror consolidare s'a făcut la adâncimi mari în scoarța pământului, cum sunt **roci intrusive**, a căror răcire s'a făcut foarte încet; pe când structura **semicristalină** și cea **vitroasă** se va găsi la toate rocile cari s'au consolidat în apropierea sau chiar la suprafața scoarței, cum este cazul rocilor **efusive** sau **vulcanice**, a căror răcire s'a putut efectua foarte repede.

În general la rocile cu structură **semicristalină** și uneori și la cele cu structură **holocristalină**, căci trebuie să admitem că în natură să găsim treceri gradate de la o structură la alta, după felul cum se prezintă elementele mineralogice cristalizate, deosebim **două timpuri de cristalizare**: primul timp este acela când s'au format cristalele mari — **phenocristale**, — bine dezvoltate și cari au luat naștere în magma în timpul când ea se găsea în mișcare spre locul unde se va opri să se facă consolidarea completă, și al doilea timp, când magma găsindu-se așezată în locul unde a început a se consolida, este caracterizat prin formarea de **cristale mai mici**, cu fețele necomplete — **microlite** — și cari arată că cristalizarea a fost mai mult sau mai puțin necompletă, căci răcirea făcându-se destul de repede și consolidarea fiind de scurtă



durată, elementele mineralogice nu au avut timpul necesar alimenterii lor cu substanțe similare noi, trebuitoare unei creșteri normale în dimensiuni, ei au fost forțate să cristalizeze așa cum se găseau la începutul consolidării.

Așa dar orice rocă eruptivă consolidată, ni se prezintă formată dintr'un agregat de minerale, cari au cristalizat pe socoteala magmei și pe cari le numim **minerale primare**; căci cu timpul rocele acestea pot să se altereze sub acțiunea apelor cari circulă prin porii și prin crăpăturile lor, transformând pe unele din mineralele primare, sau depunând minerale noi, pe cari le numim în cazul acesta **minerale secundare**.

Între mineralele primare, unele pot fi esențiale, imprimând prin prezența lor în mare cantitatea și caracterul distinctiv esențial al rocei; pe când altele sunt accesorii și ele pot chiar lipsi, fără ca prin aceasta roca să-și schimbe intrucâtva caracteristica sa.

Din faptul că în general rocele eruptive sunt formate din elemente mineralogice mai mult sau mai puțin bine cristalizate, ele se mai numesc și **roce cristaline**.

a) — **Rocle eruptive grăunțoase, cu structură holocristalină (granitoide).**

**Granitul.** Granitul este o rocă cristalină formată ca elemente esențiale din: **Cuarț**, **Feldspat-Ortoză** și **Microclin** (cu foarte puțin **Plagioclaz**) și din **Mică**. (Fig. 31).



Fig. 31. — Structura granitului, (c = cuarț, f = feldspat, m = mică) după Haug.

**Pegmatita** este rocă granitică în care **Cuarțul** se găsește cuprins în elementele mari de **Feldspat**, uneori orientat în aceeaș

El are o structură grăunțoasă, cu bobul mai mare sau mai fin și o culoare deschisă, cenușiu-deschis, alburui (Valea Șușitei, în Gorj) și aceasta mai ales după culoarea feldspatilor.

Ca varietăți granitul prezintă: **Granitul cu mica neagră**; **Gr. cu amfibol** (hornblendă) și puțină **biotită** (Valea Jiului); **Gr. cu riebeckit** (Dobrogea), și **Gr. cu mica albă**, sau granit cu două miche (M-ții Gilăului).

direcție, ca în **Pegm. grafică** (Fig. 32), iar **Mica** formează cuiburi izolate de plăci mari lame-loase și bine dezvoltate (în Rusia, în valea Oltului și a Lotrului, Vâlcea).

**Aplitul** este un granit cu bobul foarte fin, în care **Cuarțul** predomină și **Mica** este rară (Valea Jiului).

**Granitul porfiroid** este un granit cu structură porfiroică, adică prezintă **cristale mari de Feldspat** și de **Cuarț**, ce se disting ușor din restul masei grăunțoase (Albești, Mușcel).

**Granit-Gneisul (Gneisul granitic)**, este un granit cu elementele dispuse lamelar-paralel și de multe ori **Feldspatul** formează noduri și ochiuri mari și mici și puțin alungite, cum e **Granit-Gneisul** cu ochiuri din Culmea Coziei și dela Intre-Răuri, pe Argeș (Fig. 33).

Dintre toate rocele eruptive granitice, granitul este cel mai răspândit. El reprezintă o magmă consolidată încet și la profunzimi mari, care formează massive întinse, prelungite la margini prin apofize, și ele au fost scoase la iveală numai grație eroziunii.

În multe cazuri însă, granitul (cel porfiroic) pare a se fi consolidat mai în apropierea suprafeței.

În Carpații românești el apare pe marginea de Sud a Munților Olteniei, în massive puternice, cari se înșiră dela Polovragi până la Severin. Massive granitice apar și în Munții Apuseni și ai Bănatului. În Dobrogea de Nord granitul cu riebeckit formează massive mai mici lenticulare, dirijate NW—SE, dintre cari cel mai important este cel care se exploatează pentru piatră de pavaj la Turcoaia.

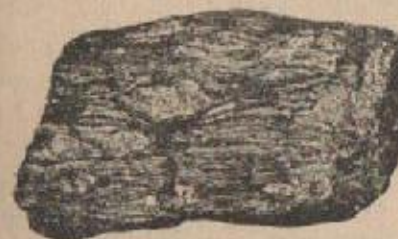


Fig. 33. — Gneis de Cozia, cu ochiuri mari de Microclin (după Reinhard).

**Sienitul** este o rocă granitoidă holocristalină de culoare roșietică, sau cenușie albă-



struie, constituită din **Feldspat**, **Ortoză** și din **Mică** (Piroxen sau Hornblendă), din care lipsește însă Cuarțul, cea ce-l deosebește ușor de granit. Când sienitul conține Nefelin (Feldspatoid), dă varietatea de **Sienit-nefelinic**, cum se găsește la Ditrău, în Transilvania.

**Dioritul** este o rocă holocristalină, grăunțoasă sau cu bobul fin, constituită din **Feldspat-Plagioclaz** și din **Hornblendă** sau **Mică neagră**, și are o culoare cenușie închisă sau verzuie.

Uneori elementele dioritului sunt așezate în bande paralele, dând rocei un aspect rubanat—**Dioritul rubanat** (în Valea Jiului, între Polatiște și Păiuș); alteori elementele sale se dispun mai mult sau mai puțin sferice—**Dioritul orbicular**, prezentându-se în secțiune ca ochiuri circulare.

**Gabroul** este o rocă holocristalină de culoare cenușie închisă, cu aspect pătat, constituită din **Feldspat-Plagioclaz** și din **Piroxen-Dialagi** (prin care se distinge de Diorit). Când Feldspatul se concentrează în sferule mici de microlite, roca ia numele de **Variolit**. El se găsește în Munții Lotrului, în Munții Apuseni și în Dobrogea.

**Diabazul** sau **Doleritul** este o rocă holocristalină de culoare închisă, negricioasă-verzuie-pătată, formată din **Feldspat-Plagioclaz** și din **Piroxen-Augit** (prin care se distinge de Gabroul). El se găsește în Munții Gorjului; în blocuri, clipele de sub Vf. Crăițelor, lângă Teșila, Prahova; în Dobrogea, și în Munții Apuseni și ai Caraș-Severinului.

Din descrierea precedentă a rocilor granitoide mai importante, reiese că ele au din punct de vedere magmatic, mari înrudiri între ele (magma tip ar fi aceea a granitului cu 80% silice); iar diferențele între ele provin numai din amestecuri datorite digerării de roce străine în timpul drumului ascendent până la așezarea magmei în locul de consolidare. Astfel prezența Calciului, a Fierului, a Magneziului cari au dat Feldspatii calco-sodici și mineralele feromagneziene, arată o resorbire în drum de roce calcaroase, ca: marne, calcare, dolomite, etc.

Toate rocile cu structură grăunțoasă holocristalină sunt în general roce de adâncimi mari; structura porfirică a unora însă, cât și forma lor de zăcământ (în filoane, ori în dyk-uri), constituie indicațiuni neîndoioase că aceste roce s-au consolidat, dacă nu de tot în afară, cel puțin în apropierea suprafeței (Diabazul).

### b.—Rocile eruptive semicristaline (microlitice sau porfirice).

La toate rocile semicristaline se disting bine cele două timpuri de cristalizare. În afară de aceasta, ele ajung mai în totdeauna până la suprafața scoarței, astfel că sunt însoțite și de celelalte formațiuni caracteristice erupțiilor vulcanice ca: scurgeri, bombe vulcanice, lapili, cenușe, sfărâmaturi de magmă, etc.

**Porfirul** este o rocă cu o masă fin cristalină sau compactă, alburie sau roșcată, formată din **Feldspat-Ortoză** și din **Cuarț**, din care masă răsar cristale mai mari de Ortoză și de Cuarț, mai puțin de **Mică** sau de **Hornblendă**. Pe lângă aceste elemente minerale esențiale, se mai găsesc și minerale accesorii ca: **Apatit**, **Zircon**, **Magnetit**, etc. (Fig. 34).

În jurul porfirelor se găsesc uneori aureole de tufuri porfirice (cenușe întărită), cari prezintă treceri atât spre roca eruptivă cât și spre roca sedimentară din jur, ceea ce arată că unele porfire au ajuns până la suprafață. În România porfire se găsesc în Transilvania, în mai toată Dobrogea de Nord (Tulcea, la Monument), etc.

#### **Rhyolitul sau Liparitul**

este o rocă cu masa cenușie deschisă, galbuie, verzuie sau roșietică, cu structură compactă, fluidală sau chiar vitroasă, formată din **Feldspat-Sanidin**, din care răsar cristale mai mari de **Sanidin** de **Plagioclaz**, de **Cuarț** și de **Biotită**. Cristalele mari sunt uneori diseminate mai rar, alteori însă apar așa de dese, că roca prezintă un aspect grăunțos. Rhyolitul se prezintă sau în filoane sau cu scurgeri și în acest din urmă caz este însoțit și de produsele caracteristice ale erupțiilor magmatice. Tipurile vitroase de rhyolit sunt **Pechsteinul** și **Obsidianul**. În Rhyolitele din Munții Apuseni, din Munții Banatului și ai Târnăvei se cuprind și zăcămintele de aur cele mai bogate din România.

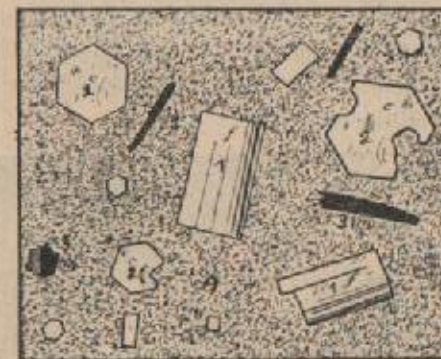


Fig. 34. — Structura porfirului

- 1 (f) — feldspat (ortoza)
- 2 (c) — cuarț
- 3 (m) — mică (rar)
- 4 — microlite de ortoza, mică și cuarț (după Haug).



**Trachitul** este o rocă efusivă cu masa granuloasă-poroasă, rar compactă, de culoare cenușie, formată din **Feldspat-Ortoză (Sanidin)** și din minerale feromagneziene ca: **Mica neagră, Hornblendă, etc.**, din care masă răsar ici-colea cristale mari de **Sanidin** și câteodată de **Plagioclaz**, de **Hornblendă**, de **Biotită** și de **Piroxen**. Afară de acestea, în masa trachitului mai apar și numeroase minerale accesorii.

Varietățile vitroase de Trachit, **Pechsteinul** și **Obsidianul** trachitic sunt așa de asemănătoare cu acelea ale Rhyolitului, încât sunt foarte greu de distins.

Trachitele au cea mai mare răspândire în Terțiarul Europei centrale și meridionale, când au erupt aproape pe întreaga suprafață a globului.

**Fonolitul** este o rocă care se deosebește de Trachit numai prin aceea, că în constituția masei sale, pe lângă **Sanidin** mai cuprinde și **Nefelin** (Feldspatoid).

**Andesitul** este o rocă semicristalină efusivă, cu o masă cenușie închisă sau brună, formată din **Feldspat-Plagioclaz** și din minerale feromagneziene ca: **Augit, Biotită, Hornblendă** sau **Hypersten**, uneori și **Magnetită**; din care răsar cristale mari de **Plagioclaz**, sau de un mineral feromagnezian (**Augit**) și chiar **Magnetită** (Fig. 35).

În legătură cu predominarea unuia sau altuia din mineralele feromagneziene, se disting la Andesit mai multe varietăți. Când masa sa este complet vitroasă, roca se numește **Pechstein** sau **Obsidian andesitic**.



Fig. 35. Structura andesitului.  
1 - Magnetită; 2 - Augita, 3 - Labrador,  
4 - microlite de Oligoclaz și Magnetită  
(după Haug).

Rocile andesitice ca **Andesitul** și **Dacitul** (un Andesit cu cuarț) au început să erupă din Terțiar și se continuă și azi (lavele vulcanice din Europa și America). Bogăția în Minerale a Munților Apuseni, ai Tîbleșului și ai Bănatului, în afară de Rhyolite, mai este legată genetic și de erupțiunile andesitice.

În Terțiarul din România se găsesc numeroase roce andesitice ca și tufuri și cenușe andesitice. Astfel sunt rocele și tufurile ce înconjoară cu un cerc de foc Câmpia Transilvaniei; tufurile dacitice albe sau verzi (Muntele Verde Slănic, Prahova) din Miocenul mediteranean al Subcarpaților și Bas. Transilvaniei și tuful andesitic din Sarmațianul și din baza Meotianului din Moldova.

Aceste tufuri vulcanice, care se găsesc în bancuri puternice (8—20 m. Bas. Transilvaniei și vf. Evantai, spre S. de Ocnele-Mari în Văleea) între stratele sedimentare, au fost depuse de apele mării miocenice odată cu aceste sedimente.

Conuri vulcanice în Subcarpați nu s'au găsit încă și nici scurgeri de magme cum se găsesc în Transilvania, în Masivul Hărghitei (Puturosul, cu lacul Sf-ta Ana), și prezența acestor tufuri în rocele miocenice de la marginea externă a arcului Carpaților, poate fi explicată, că cenușa a fost adusă din Transilvania în timpul erupțiilor, fie de vânturi, fie de curenții maritimi, marea miocenică din interiorul Carpaților având poate legături largi cu cea din exteriorul lor.

Nu este exclus însă ca conuri vulcanice să fi existat și pe marginea externă a regiunilor subcarpatice, ele fiind astăzi ascunse complet sub depozitele mai noi, pliocenice și cuaternare, existență care ar explica mai multumitor marea cantitate de tufuri vulcanice intercalate rocilor miocenice din Subcarpați.

**Bazaltul** este o rocă efusivă grea, neagră sau negricioasă, compactă sau poroasă, cu masa formată din cristale fine de **Plagioclaz**, de **Piroxen** și de **Olivină**, din care răsar cristale și mase cristaline mai mari de **Olivină**, nu rare ori și de **Augit** și **Magnetită**. Printre mineralele accesorii cari nu lipsese niciodată din basalt, este **Magnetita** (Fig. 36).

Uneori **Plagioclazul** este înlocuit în masa roci prin **Nefelină**, constituind un **Bazalt nefelinic** negru; alte ori prin **Leucită** constituind un **Bazalt leucitic** de culoare cenușie închisă.



Fig. 36. — Structura bazaltului.

1 - Magnetita, 2 - Peridot, 3 - Augita,  
4 - microlite de Augită și de Magnetită,  
5 - microlite de Labrador (după Haug).



Bazaltul apare în Transilvania la Cața-Cohalun-Racoș și în Detunata goală și flocoasă, care ridică măiestos coloanele lor prismatice dispuse vertical ca tuburile de orgă.

#### c) Rocile cu structură vitroasă.

Aceste roce se găsesc în totdeauna împreună și deasupra rocilor semicristaline și ele nu reprezintă altceva decât o magmă răcită brusc, așa că roca consolidată ia aspectul unei sticle topite și solidificată, în care, la microscop, nu se observă decât rar un început de cristalizare a elementelor mineralogice componente.

**Pechsteinul** sau **Retinita** este o rocă vitroasă de culoare brună sau verzuie, mai rar verzuie-deschisă, roșietică sau alburie și cu un aspect rășinos, de unde-i vine și numele de Retinită. În masa rocii se observă numai rar un început de microlite, mai des însă fenocristale de **Cuarț**, de **Feldspat**, de **Augit verde**, de **Biotită**, sau de **Hornblendă** și atunci roca poartă numele de **Pechstein porfiric**.

**Obsidianul** este o sticlă naturală de culoare neagră sau brună, cu spărtură conchoidală. El are puțin cuarț și prezintă foarte rar vre-o urmă de cristalizare. Prin aspect, culoare și prin lipsa de elemente cristaline, Obsidianul se poate distinge ușor de Pechstein.

#### d) Considerațiuni generale asupra rocilor eruptive.

##### Clasificarea lor.

Dacă aranjăm rocile eruptive în serii orizontale, în raport cu structura lor, structură ce stă cum știm în strânsă legătură cu modul de răcire al magmei originare, și în serii verticale în raport cu compoziția lor chimică, compoziție care am văzut că variază mult din loc în loc și după natura rocilor digerate prin topire în drumul ascendent al magmei; găsim ușor înruderile genetice între magmele rocilor de profunzime și acelea ale rocilor de suprafață corespunzătoare.

Astfel o magmă granitică (Cuarț, Ortoză, Mică) dă în profunzime o rocă granitică propriu-zisă; pe când consolidată mai la suprafață, aceeași magmă, dă Porfir și Rhyolite cu Pechsteinul și Obsidianul corespunzător.

O magmă sienitică (Ortoză și un mineral feromagnezian, fără Cuarț) dă Sienitul în profunzime, pe când la suprafață dă un Trachit sau când are Nefelin, un Fonolit.

Tot astfel găsim înruderire între Diorit și Andesit, precum și între Gabrou și Diabaz cu Bazaltul.

#### Clasificarea rocilor eruptive — tablou sinoptic,

STRUCTURA	ROCE CU CUARȚ	ROCE FĂRĂ CUARȚ	
		Roce cu feldspati potasici și feldspatizi	Roce cu feldspati calco-sodici
<b>Roce de profunzime</b> cu structura grăunțoasă, holocristalină	<b>Granitul</b>	<b>Sienitul</b>	<b>Dioritul</b> (cu Amfibol sau Mica neagră) <b>Gabroul și Diabazul</b>   cu Piroxen
<b>Roce de adâncimi mici și efusive</b> cu structura semicristalină și cu 2 timpuri de cristalizare	<b>Porfirul Rhyolitul</b>	<b>Trachitul Fonolitul</b>	<b>Andesitul Bazaltul</b>
<b>Roce efusive cu structura sticloasă</b>	<b>Pechsteinul Obsidianul</b>		

#### Modul de prezentare al rocilor eruptive în scoarța globului și vechimea lor.

Fără îndoială că rocile efusive, de suprafață, sunt mai ușor de observat ca mod de prezentare, decât cele de adâncime, intrusive, mai ales că primele au mari asemănări din punctul acesta de vedere cu felul de a se prezenta al magmelor vulcanice cari erup și azi.

Astfel, la rocile de suprafață găsim, că magma s'a răspândit în **curenți de lave** dealungul depresiunilor, sau, când aceștia ocupau spații mai largi, au format **scurgeri** și chiar **spinări** în jurul și deasupra conurilor vechi vulcanice, de multe ori azi distruse de eroziune, sau reduse numai la regiunea centrală ce ocupa vechiul coș.

Peste aceste curgeri și curenți de magmă întărite, însoțite de cenuse și de celelalte formațiuni ce însoțesc o erupție vulcanică, s'au depus uneori roce sedimentare mai noi; astfel că se poate stabili ușor timpul când au erupt rocile efusive, el fiind cuprins între vechimea stratelor sedimentare pe cari se reazămă roca vulcanică și aceea a stratelor sedimentare, ce le acoper transgresiv.



În America de Nord și în urmă și în Europa s'au observat în special în regiunile adânc tăiate de eroziune, că unele trachite și liparite apar între rocele cretacee pe cari le ridică sub forma unor mari bolte, formă care s'a denumit **lacolit**. Lacolitele par a fi legate în profunzime cu un canal sau coș, pe unde s'a intrus magma între stratele sedimentare, trimițând de pe laturi și de pe spinare apofize simple sau ramificate, cari străbat rocele înconjurătoare. De multe ori pe marginea lacolitului magma pătrunde în formă de **lame intrusive**, ce se vâra ca pene enorme între stratele sedimentare, pe care de obicei le metamorfozează puțin sau de loc (Fig. 37).



Fig. 37. — *Lacolite simple în grupe și cu apofize,*  
(după Gilbert).

După toate probabilitățile cele două Detunate din M-ții Abrudului, reprezintă două mici lacolite intruse și consolidate între stratele Cretacului; desgolite și scoase la iveală prin erodarea stratelor cretacee.

În general lacolitele nu sunt însoțite de nici unul din fenomenele de suprafață (cenușe, bombe, sticle), așa că se poate admite, că roca n'a comunicat cu exteriorul, ci a rămas închisă între strate, la oarecare depărtare de suprafață, ceea ce este confirmat și de structura sa microlitică (semicristalină.)

Se admite în general azi, că și rocele granitice, de adâncime, s'au introdus între rocele sedimentare tot sub forma de lacolite, însă mai mari — **batolite** — și de forme variate, cu apofize numeroase, cu intruziuni magmatice dealungul stratelor, pe cari le-a metamorfozat profund.

De altfel forma aceasta, sub care se prezintă mai toate masivele granitice (Gorj, M-ții Gilăului, Dobrogea de Nord), poate să fie explicată și prin o simplă retopire a rocilor sedimentare, cari, în zonele de scufundare, s'au găsit la un anumit moment în regiunile profunde din scoarță, la temperaturi și presiuni așa de mari, încât ele au putut să se topească cel puțin în parte; restul stratelor rămase netopite suferind numai un metamorfism din ce în ce mai puțin profund, cu cât se găseau mai departe, deci mai spre suprafața externă a scoarței.

Vechimea intruziunii rocilor de adâncime este mai greu de stabilit, în tot cazul însă ea poate fi încadrată între două limite și anume: una inferioară, care ne-o indică vechimea roci străbătută de magmă și alta superioară, indicată de vechimea rocilor detritice, în special conglomerate, în care găsim pentru prima dată bucăți neîndoioase, provenind din distrugerea și remanierea roci eruptive, consolidată în batolit.

## 2. Roca Metamorfică.

### (Șisturi cristaline sau formațiuni cristalofiliene).

În general în părțile adânc erodate ale munților, sau în inima lor, ca și în jurul maselor eruptive granitice, găsim o serie de roce cu structură cristalină, cari roce însă sunt stratificate ca cele sedimentare și denumite de cauza aceasta **șisturi cristaline** sau formațiuni **cristalofiliene**. Astfel de șisturi cristaline formează zona centrală a Alpilor, iar în Carpați constituie Munții Olteniei, dela Dunăre și din Bănat până la Ialomița, trecând în Munții Perșani, de unde reapar tocmai la colțul din Suceava, întinzându-se de aci până dincolo de izvoarele Tisei. În Dobrogea de Nord găsim deasemenea șisturile cristaline, apărând ca o fașie cu direcția SE — NW; precum și în Munții Apuseni. Studiate de aproape aceste șisturi cristaline și considerate din punctul de vedere al cristalinității lor, ele variază astfel, încât cele mai de bază sau mai apropiate de masivele granitice sunt așa de cristaline, încât se confundă cu masa însăși a granitului; iar cele mai din spre exterior pierd treptat din cristalinitate, sămănând mai mult a roce sedimentare decât a șisturi cristaline, ba în unele locuri prezentând chiar strate, a căror natură sedimentară nu mai lasă nici o îndoială.

Astfel în apropierea masivelor granitice găsim o serie de șisturi cristaline de compoziția granitului, formate din **Cuarț**, **Mică** și **Feldspat**, doar cu stratificație mai mult sau mai puțin bine pronunțată, numite **Gneisuri** și cari în spre masivul granitic se confundă cu însăși masa acestuia (Valea Argeșului la Cumpăna; a Jiului, la Sadu, în Gorj, etc.).

Gneisurile trec în spre exterior, pe nesimțite, la o serie de șisturi micacee — **Micașisturile** — formate mai ales din **Cuarț** și **Mică**. De multe ori mica este înlocuită prin **Hornblendă** și atunci poartă numele de **Șisturi amfibolice** (**Amfibolite**), ori se înlocuiește prin **Sericită** sau **Clorită**, numindu-se **Șisturi cloritoase** ori **sericitoase**.



În afară de aceste minerale principale, apar în ele o mulțime de alte minerale secundare ca: Grenat, Turmalină, Magnetită, etc.

În fine, în partea cea mai externă a învelișului masivului granitic, rocele sunt așa de puțin transformate, încât stratele apar formate de rocă cu bobul fin satinat, dispuse în foi subțiri, cu luciu mătăsos ori metalic, numite **Șisturi filitice (Filita)**, între stratele cărora se intercalează rocă argiloasă sau conglomeratică, puțin transformate; ori calcare și dolomite marmoreene (calc. cipolin). Între filite cuprindem și **șisturile cuarțoase, grafitoase și ardeziile**. Un exemplu frumos de astfel de șisturi puțin metamorfozate ni-l oferă rocele din jurul masivelor granitice din Dobrogea de N.

Având în vedere raporturile lor cu rocele eruptive, ca și modul lor de a fi stratificate, precum și trecerea lor în sus la șisturi, a căror origine sedimentară nu mai lasă nici o îndoială, putem admite fără vre-o teamă de greșală, că șisturile cristaline reprezintă o întreagă serie de **rocă sedimentare, transformate, metamorfozate în șisturi cristaline**, sub influența magmei eruptive granitice și anume: prin marea ei **căldură**, prin **presiunea** exercitată de ea în timpul punerii în loc pentru consolidare, ca și prin influența substanțelor minerale lichide și gazoase — **mineralizatori** — ca: apa, acidul silicic, fluorhidric, boric, etc., cari pătrunzând în masa sedimentelor au produs recristalizarea lor. Când mineralizatorii și chiar parte din magmă, sunt în condițiuni prielnice de a se putea injecta direct între stratele rocilor sedimentare, atunci metamorfismul e mult mai puternic (Gneisul de Cumpăna și de Cozia) decât când mineralizatorii au fost siliți a străbate rocele sedimentare perpendicular pe direcția de stratificație (șisturile cristaline din Parângu). Primul caz se realizează în totdeauna când intrusiunea rocii eruptive a mers mână în mână cu cutarea rocilor sedimentare metamorfozate, cum desigur s'a întâmplat cu șisturile cristaline ale M-tilor Coziei și Făgărașului.

De multe ori șisturile cristaline ocupă întinderi mari, enorme, constituind regiuni întregi din scoarța globului, dovedind prin aceasta că avem de a face cu un **metamorfism regional** intens, fără ca în aceste șisturi cristaline să găsim vre-un masiv granitic așa de mare încât să putem explica mulțumitor, că prin el s'a produs enorma dezvoltare a metamorfismului.

Din împrejurarea aceasta unii geologi și petrografi înclină a crede, că metamorfismul regional poate fi explicat și altfel decât prin magme granitice intrusive. Dânsii admit că rocele sedimentare

îngrămădite pe fundul marilor depresiuni oceanice, în grosimi de mii de metri, prin mișcările de scufundare ale scoarței, au putut la un moment dat să se găsească în profunzimi mari, unde domneau temperaturi așa de ridicate și presiuni așa de mari, încât o parte din ele s'au topit, dând apoi, prin răcire și consolidare, o rocă cristalină de tipul celor granitice; iar restul seriei de strate netopite, prin presiunea stratelor superioare și prin influența magmei provenită din veile topite, au putut fi metamorfozate din ce în ce mai puțin, cu cât se găseau mai departe de stratele complet topite. Este mai mult ca probabil, că în scoarța globului se pot petrece ambele feluri de metamorfism, atât prin rocele granitice intrusive, cât și direct prin căldura centrală a marilor adâncimi din scoarță.

### 3. Rocă Sedimentare.

Să luăm un pahar mare de sticlă umplut cu apă pe jumătate și după ce am aruncat în el câte puțin pietriș, nisip, pământ de grădină, praf fin de cretă și sare de bucătărie, să agităm amestecul bine de tot și apoi să-l lăsăm liniștit. După câțva timp apa din vas începe să se limpezească și întreg amestecul din ea începe să se depune la fund, să se **sedimenteze**, după o ordine oarecare, ordine care stă în raport cu greutatea specifică a materialului. Astfel, se va depune mai întâi pietrișul, formând un **prim strat**, apoi nisipul, mai târziu se depune peste el mărul provenit din pământul de grădină și târziu de tot praful fin de cretă. Cu toate că în cele din urmă apa devine cu totul transparentă, sarea tot nu se depune. Ea rămâne în soluție și pe ea nu o putem scoate decât evaporând apa complet, când obținem, prin **precipitare**, un praf alb cristalin, sarea de bucătărie.

Ceeace se petrece în mic în paharul nostru de sticlă, se petrece zilnic în natură pe o scară foarte întinsă, cu materialul născut din dărâmare, fărâmițarea și descompunerea rocilor uscatului continental și insular.

Ceeace rezultă deci din distrugerea uscatului prin **vânturi, ploai, râuri, ghietați și valuri**; prin **îngheț și desghieț**; prin acțiunea aerului și a umidității și prin viața plantelor și animalelor este luat, ales, uneori prelucrat, apoi transportat și sedimentat.

Astfel, **vânturile** iau și rostogolesc particulele desagregate ale rocilor, fărâmițându-le neconținut, împrăștiind părțile fin prăfuite



la mari depărtări, pe când bobile de cuarț transformate în nisip, sunt transportate din loc în loc; iar prin isbire și sgăriere cu ele, vântul roade și lustruiește stâncile și pietrele mai mari. **Apa ploilor, a torenților, a râurilor și a fluviilor**, duce cu ea sfărâmurile desprinse și rupte din păreții și patul văilor ce ele și croiesc în rocele uscatului; apoi le rotunjește colțurile prin rostogolire și le fărâmițează prin isbire, transformându-le în cele din urmă în bolovanșuri, prundișuri, nisipuri și mături. Întreg acest material este târât, după puterea de transport a apei, materialul mai greu mai puțin departe de locul de origine al lui, pe cel fin din ce în ce mai departe, sedimentându-l pe patul apei sau pe câmpiile joase inundabile; iar particulele cele mai fine depunându-le în lacurile sau mările în cari se varsă.

Tot astfel se petrece și cu materialul rezultat din distrugerea țărmurilor de către valurile lacurilor, mărilor și oceanelor, pe care apa îl fărâmițează, îl rotunzește și îl lustruiește; îl alege și-l sedimentează, pietrișul mai aproape de țărm, nisipul ceva mai departe, iar mărul fin la depărtări ceva mai mari spre interior.

Odată cu sedimentele acestea se depun și nenumeratele resturi și stărâmături de animale și plante, ce populează în special apa mărilor și a oceanelor. Tot astfel prin concentrare și precipitare se depun și sărurile solubile din apele mărilor sub influența evaporării puternice, în regiunile cu climă uscată (stepă).

Așa dar dărâmături și grohotișuri, pietrișuri, nisipuri, praf, măr și săruri de precipitare, amestecate în general cu resturi organice; iată materialul din care iau naștere sedimentele. Întreg acest material însă spre a deveni roce sedimentare, trebuie să fie unit, întărit, cimentat laolaltă, fie prin simpla uscare a sedimentelor, fie prin o substanță de cimentare care poate fi calcaroasă, agiloasă, feruginoasă ori silicioasă. În felul acesta au luat naștere rocele sedimentare ce constituiesc scoarța globului, modificările ce ele au suferit în urmă, nefiind totdeauna așa de puternice ca să ne pună în imposibilitate de a-le ghici originea.

După originea și natura lor, rocele sedimentare se despart deci în mai multe categorii și anume:

a) roce provenite din sfărâmături minerale sau de origine detritică;

b) roce de precipitare, sau de origine chimică, și

c) roce de origine organică, datorite în general vieții animale și vegetale.

### a) Roca sedimentare de origine detritică.

Aceste roce sunt provenite din sfărâmarea rocilor eruptive și a șisturilor cristaline și în general din sfărâmarea tuturor rocilor preexistente sedimentării lor în scoarță. Ele sunt așezate în marea majoritate a cazurilor în strate și conțin numeroase resturi de animale și de plante contemporane depunerii lor.

După modul nașterii și felul lor, rocele detritice se numesc:

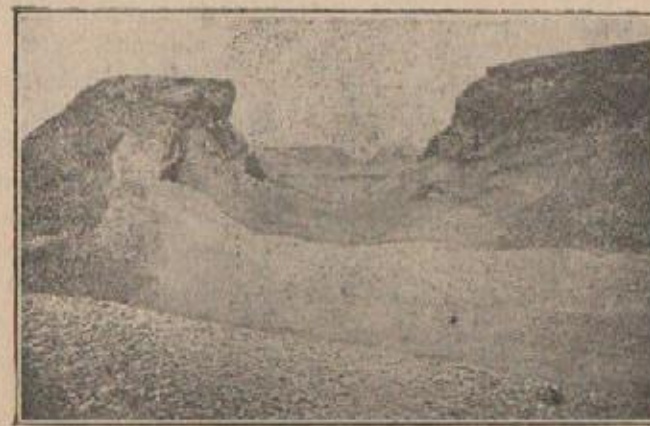


Fig. 38. — Un aspect de pustie. Vedere din deșertul Libiei, după Rholfs.

Roce mobile sau eoliene<sup>1</sup> cari sunt formate în general de elemente detritice, necimentate, mai mult sau mai puțin fine la bob și cari prin vânturi pot fi transportate din loc în loc și câte odată duse, chiar la distanțe mari. Și aici avem:

**Nisipul** stepelor și deșerturilor (Fig. 38), cel de pe litoralul mărilor și din patul și zona de confluență a râurilor și fluviilor din regiunile de câmpie, format din grăunte (boabe) rotunjite de cuarț, fine și bine lustruite. El este luat de vânturi, transportat din loc în loc, îngrămădindu-l uneori sub formă de delulețe, numite dune (Fig. 33). Astfel de nisipuri mișcătoare se văd și la noi, la gurile Dunării, dela Tulcea până la Mare; pe litoralul dobrogean al Mării Negre, și în zona de confluență a râurilor mari cu Dunărea, ca Tisa, Oltul, Ialomița, etc.

Nisipurile pot avea colorațiuni deosebite, albe cele curate și gălbui sau cenușii când sunt amestecate cu praf de argilă. Ele se

<sup>1</sup> Aeolus = zeul vânturilor.



Intrebuințează la facerea mortarului de zidit și de tencuit la case și în general la orice construcție; iar cel alb și format numai din boabe albe de cuarț curat, se întrebuințează la fabricatul sticlei (nisipul Mării Baltice și unele nisipuri provenite din gresia albă oligocenă, de Kliwa, ca cea de la Vălenii de Munte, Prahova și de la Lucăcești în Bacău).

**Praful** care rezultă, în general, din sfărâmarea tuturor rocilor, este luat de vânturi și transportat la distanțe mari, formând



Fig. 38. — Grohotiș de pantă.

în unghiurile adăpostite ale văilor și în dosul pantelor dealurilor, adevărate depozite, ce acoper suprafețe mari. În special în regiunile cu climă uscată, cum sunt stepele și deșerturile, prin uscarea și prăfuirea repede a malului din regiunea inundabilă a cursurilor de apă, se formează cantități mari de praf, care apoi, răscolit de vânturi în vârtejuri gigantice, este transportat la depărtări mari de locul de origine. Un fenomen analog, natural în mic, se observă vara dealungul șoselelor noastre prăfuite și chiar în orașele cu străde noroioase iarna și pline de praf vara.

Aci putem pune și **Cenușa vulcanică**, care aruncată în aer la mari înălțimi, recade acoperind regiuni întregi, câmpii și orașe, cu strate groase de cenușe (Pompei și Herculaneum, de cenușa Vezuviului la 79 d. C.).

**Grohotișurile și dărâmăturile de pantă**, formate din sfărâmături de diferite mărimi, colțuroase sau nu, după cum roca din care a luat naștere este compactă sau nu, și care deși nu sunt transportabile prin vânturi, totuși sunt în continuă mișcare, curgând încet pe **pantele abrupte** ale stâncilor din care au luat naștere prin desagregare (Fig. 39).

Astfel de grohotișuri și dărâmături provenite prin acțiunea distrugătoare a înghețului și desghiețului, a umidității și a uscăciunii, se observă în regiunile calcareoase din Piatra Craiului și din Bucegi, ca și în Burila și Târnovul (Văleea); în regiunea șisturilor cristaline din Munții Olteniei și Făgărașului; în râpele malurilor pietroase

ale râurilor din zona muntoasă și deluroasă și mai ales în văile uscate, numite **Wadi**, din regiunile cu climă uscată și de deșerturi (vezi Fig. 38).

### Roce cimentate, mai mult sau mai puțin întărite.

Aceste roce sunt formate din sfărâmături de diferite mărimi, de un singur fel de rocă, sau de mai multe feluri de roce, unite între ele printr'un mortar sau un ciment, care poate fi argilos, calcaros, feruginos sau silicios, după natura substanței ce cimentează între ele sfărâmăturile.

După mărimea și forma elementelor, aceste roce pot fi:

**Conglomerate și Brezii**, cari provin prin cimentarea și întărirea prundișurilor torențiale, râurilor și a celor de pe țărmul lacurilor, mărilor și oceanelor; din grohotișurile și dărâmăturile de pantă; precum și din cele transportate de ghietați. Între acestea **conglomeratele** sunt roce tari, cu elemente cu colțurile **rotunjite**, provenind din acelaș fel de rocă sau din roce diferite (Brezoi Văleea, Bucegi, Ceahlăul), cimentate laolaltă (Fig. 40), și ele pot fi **calcaroase**, **enarțoase**, sau **poligene**, după felul elementelor componente; pe când **breziile** este o rocă conglomeratică tare, în care elementele cimentate nu sunt rotunjite ci **colțuroase**, deci elemente cari n'au suferit un **transport prin rostogolire**.

Breziiile mai pot lua naștere și altfel decât din grohotișuri și sfărâmături pe loc. Ele mai pot proveni din **sdrobirea, frământarea, sau frecarea** rocilor unele de altele, pe liniile mari de ruptură ale scoarței terestre și cari, **recimentate**, pot forma **brezii de sdrobire, de frământare sau de frecare** numite **milonite**. Un exemplu frumos de astfel de brezii avem în valea Oltului, dealungul șoselei, între Călinești și Sărăcinești și în special la Gura Văii Călineștilor și la Mănăstirea Cornetu (Fig. 41); ca și în jurul tuturor masivelor de sare din Carpați și Subcarpați, cari se ivesc înconjurată de o puternică brezie de sdrobire, formată din rocele tuturor formațiunilor străbătute de sare în drumul ei spre suprafață.

Când elementele brezii sunt amestecate cu elemente mărunte,





Fig. 40. Conglomerat.

luturi și unele din blocuri prezintă anumite sgărieturi și lăstruituri pe fețe, roca a luat naștere dintr'una din morenele ghietaților din timpurile geologice corespunzătoare.

Gresiile sunt roce aspre la pipăit, formate din boabe de cuarț rotunzit, mai mari sau mai fine, amestecate deseori cu fluturași de mică (gresii micacee), sau cu mla argilos ori marnos și cimentate prin silice, prin calcar, prin argilă sau prin oxizi de fer, dând naștere astfel la gresii silicioase calcaroase, argiloase sau feruginoase.

Gresiile sunt dispuse în general în bănci mai mult sau mai puțin groase, despărțite între ele prin intercalațiuni uneori slabe de argile; iar pe fețele de separațiune, în special pe fața inferioară, prezintă urme de valuri și tiparuri de urme și de galerii de Viermi, de Insecte, de Moluște și de alte animale, cari trăiau fie pe fundul apelor, fie pe țărm, în timpul când se depunea roca. Alteori se văd unele încrețituri și sbârcituri neregulate, datorite

fără să se observe urme de o sedimentare oare care, sau au o dispoziție încrucișată, roca a luat naștere prin depunere la gura torenților; iar când elementele colțuroase mici și mari sunt amestecate cu

Fig. 41. Milonită sau breccie tectonică.  
(Mănăstirea Cornetu, Valea) Voitești.

în mare parte mișcărilor și frecăturilor stratelor umezite între ele, formate ulterior depunerii rocii, numite în general **hierogliffe**. Coloarea gresilor variază dela cenușiu deschis, la cenușiu închis și vânt și chiar roșcat; mai rar în verzui din cauza vre-unui mineral ca: **glaucconitul** (Oltenia și Dobrogea). Colorațiunea roșietică poate proveni pe două căi: sau este originară și atunci este datorită faptului că, gresia provine din nisipuri de deserturi calde, unde această colorațiune ia naștere în mod normal; sau este datorită oxidării fierului din fluturași de mică și din alte minerale ce mai conțin fier, luând în cazul acesta o culoare roșietică închisă, trecând chiar la negru. Carpații și Subcarpații noștri cuprind foarte numeroase feluri de gresii în special creasta înaltă a munților și în bună parte și dealurile dela Prahova și până în Nordul Bucovinei sunt formate de o **gresie cenușie micacee** (la creastă) sau de o **gresie albă cuarțoasă** (zona dealurilor) în alternanță cu strate de argile și de marnă.

Gresiile conțin deseori numeroase resturi și scoici de animale și resturi carbonizate de plante. Uneori prin disolvarea cimentului rocei de către apele de infiltrațiune, gresiile pot da naștere la nisipuri; alteori nisipuri slab cimentate, pot fi pe alocurea recimentate în strate întregi, formând bănci, ce ies în relief în unele râpe desgolite, sau sunt recimentate în mod neregulat, formând în nisip unele forme concreționate rotund, sferoidal, sau chiar neregulat (Oltenia, Moldova și Transilvania).

Gresiile, ca piatră de construcție, au o întrebuințare foarte mare, mai ales la construirea podurilor; iar cele cu bobul cuarțos fin și cimentate puternic se întrebuințează la fabricarea pietrelor de tocile și ca **gresii** (cutie) de ascuțit coasele. Azi, atât pietrele de tocile cât și gresiile de ascuțit, se prepară mai ales pe cale artificială, unind prin ciment nisip cuarțos foarte fin sau praf de emeri.

Argilele sunt roce provenite din cele mai fine sfărâmături ale rocilor, mai ales a celor feldspatice și cari au format mlaștilor, lacurilor, mlaștilor și oceanelor. Ele se găsesc așezate în strate, cari prin apăsare unele peste altele, mai ales când seria de strate este groasă, capătă o **șistozitate foioasă** caracteristică. Ele prin impermeabilitatea lor formează patul, la care se opresc și pe care circulă apele subterane.

Argilele n'au o compoziție chimică specială, ei reprezintă cele mai fine resturi de diferite roce și minerale între cari găsim (la



microscop) particule foarte fine de: **cuart, feldspat, mică**, amestecate cu **oxizi și silicați de aluminiu** cu apă. Ele sunt moi, unsuroase la pipăit și se lipesc pe limbă din cauza avidității cu care sug apa. Udate dau un miros special, ca acela ce se simte când plouă pe un câmp ars de soare; frământate cu apă formează (cu mici excepții) o pastă, careia i-se poate da orice formă (vasele de pământ).

Sunt mai multe feluri de argile:

**Caolinul** sau **pământul de porțelan**, este argila cea mai curată. El este alb curat sau puțin colorat, puțin plastic, avid de apă, infusibil (retractor) și este constituit aproape numai din silicat de aluminiu hidratat.

Caolinul provine din descompunerea **feldspatilor** rocilor eruptive, mai ales din granite și pegmatite cu mica albă. El se întrebuințează la fabricarea vaselor de porțelan, sau se amestecă câteodată în pasta de celuloză pentru fabricatul unor feluri de hârtie albă.

Cele mai renumite țări în caolin sunt: China, Japonia, Boemia, Franța, etc. La noi se găsește puțin în Gorj (Muncel), în Călimani (Suceava), în Dobrogea de Nord, în M-ții Apuseni și la Caraș-Sasca și Toplița în Bănat.

**Argila** are aceeași origine ca și caolinul, cu deosebirea că în loc să fie curată, este amestecată cu diferite materii străine, din care cauză se deosebesc mai multe feluri de argile:

**Argila plastică** sau **huma**, cenușie închisă sau vântă-negricioasă, este refractară (se topește foarte greu) și face cu apă o pasta foarte moale. Ea se întrebuințează la fabricarea vaselor, faianței, a cărămizilor refractare și a creuzetelor.

Unele varietăți lutoase numite „**Unt de pământ**” muiate, fac o pastă de aspectul unei grăsimi animale și în unele părți (Vâlcea; Satul Morii și Turda în Transilvania) se întrebuințează la falsificarea săpunului, amestecându-se cu grăsimea.

**Argila smectică** sau **Săpunul de pământ**, este cenușie și fuzibilă (se topește ușor), iar în apă se fărâmițește și nu face pastă; absoarbe însă uleiurile, din care cauză se întrebuințează la scoaterea petelor de grăsime de pe stofe (în fabrici). Se găsește în Moldova, la Săveni și Rădăuți, în Dorohoi; la Murfatlar și Hârșova

în Dobrogea, și în jud. Aradului, depuse de ape în golurile și crăpăturile rocilor din jur.

**Argila galbenă, lutul**, conține puțin nisip și puțin calciu și fier; e fusibilă dela 750° în sus și arsă capătă o culoare roșietică sau brună din cauza oxizilor de fier. Se întrebuințează la fabricatul olăriei ordinare, a cărămizilor, a țiglelor și a burlanelor de coșuri. Este foarte răspândită la noi în țară, mai ales în preajma luncilor apelor.

**Marna** este o argilă foarte bogată în calcar. Ea este alburie sau cenușie-vântă și nu face pastă cu apa. Marnele cari au mult calcar, 45—50% sunt întrebuințate, prin ardere și măcinare, la fabricarea cimentului (Breaza de sus, Comarnic; Gurahonț, și Turda în Transilvania; etc.).

**Loess-ul (Löss)** este o varietate de lut galben, mult mai bogat însă în nisip și în calcar. Prin evaporare, apele cari circulă prin porii săi, depun în goluri calcarul dizolvat din el, formând niște noduri, **concrețiuni**, numite **păpuși**, de forme și mărimi deosebite; goale și cu pereții crestați la interior, albe cretoase și continue la exterior.

Loess-ul reprezintă o rocă provenită din praf eolian îngrădăit și întărit și se găsește la noi, pe sub solul arabil, în toată câmpia Munteniei și Olteniei, în Sudul Moldovei și în Dobrogea, în Câmpia Tisei, variând ca grosime dela 1—20 m. și mai mult pe unele locuri.

**Solurile arabile** sunt și ele niște argile nisipoase-calcaroase, care conțin foarte multe resturi organice vegetale. Ele sunt produse prin descompunerea subsolului sub acțiunea agenților climaterici și a vieții vegetale și animale și prezintă, după vegetație și regimul climateric, compoziții și colorațiuni deosebite.

### Solurile din România.

În România, începând dela Dunăre, Mare și Prut, peste creasta Carpaților până la Tisa, găsim solurile dispuse zonar, ca și vegetația spontană a Țării noastre. Aceste soluri stau în strânsă legătură genetică cu variațiunile climaterice regionale ale țării și numai în mod secundar formarea lor este influențată de vegetația caracteristică a regiunilor și de roca mamă din subsol, pe socoteala căreia ele au luat naștere.



Astfel, **Solul de stepă uscată** și al semipustiurilor, este dispus în regiunea dunăreană în două zone: una în partea mijlocie și sudică a Dobrogei și dealungul Dunărei, caracterizată prin **nisipuri mobile** și printr'un sol bălan alcalin, sau **brun deschis**, bogat în săruri solubile și sărac în humus, constituind în general **soluri aride**, cari nu dau producție frumoasă decât în anii ploioși; și a doua zonă, ce acoperă o bună parte din Bărăgan, de unde se prelungește spre câmpia din sudul Olteniei și care este caracterizată prin **soluri castanii**, argiloase-nisipoase, soluri destul de bogate în substanțe nutritive. În ambele aceste zone nu crește pădurea. Soluri aproape identice găsim în parte și în Câmpia Tisei.

**Solul de stepă mai puțin uscată** este caracterizat prin pământul negru sau **cernoziom** și prin varietățile lui. Cernoziom tipic ca în Rusia și Basarabia nu se mai găsește la noi decât ca petece în Moldova de Nord, în Jud. Covurlui și între Focșani și Ploiești, pe la marginea dealurilor. Cel mai răspândit sol în stepa română este însă un **cernoziom șocolat sau cafeniu**, care se întinde peste toată câmpia Munteniei de răsărit și Olteniei de Sud, în Câmpia Tisei și în Bănat, în Nord-Estul Moldovei și în câteva fâșii în Sudul ei (dealungul Prutului și Bârladului). Acest sol este cel mai productiv, în special pentru cereale.

**Solul de pădure.** În restul țării găsim suprafața cultivabilă formată de solurile de pădure, ca: **cernoziom degradat**; **sol brun-roșcat** (pământ creț); **podzol** (pământul știu); **rendzina** sau **pământul negru de pădure** și **solul de lăcoviște**, în regiunile mlăștinoase. Solurile de pădure, reprezentate prin pământurile roșcate și brune din dealurile Munteniei și Moldovei, din mijlocul și nordul Olteniei, din câmpia și dealurile Transilvaniei și din regiunile înalte ale Dobrogei de Nord, sunt în general populate de puternicele masive de păduri de stejar, fag, mesteacăn, brad, precum și de cele mai importante culturi de vii. El este destul de productiv, pentru aceasta însă-i trebuie adăugate îngrășăminte.

**Sol turbos**, este solul cărbunos din regiunile înalte, unde se formează turbării, ca și în unele din lacurile din zona dealurilor și a câmpiilor.

**Analiza solului arabil.** Analizat numai din punct de vedere mecanic, prin separare în apă, solul arabil se compune în mare

parte (35—45%) din argilă fină, la care se mai adaugă nisip foarte fin și alte substanțe minerale și resturi organice. Din cauza aceasta solul nostru este destul de compact, ceea ce face ca odată îmbibat cu apă să reziste multă vreme la secetă; însă tot din cauza aceasta el trebuie arat adânc ca să dea o bună recoltă. Din punct de vedere **chimic** solul conține în mijlociu: **azot** 0,193%, **acid fosforic** 0,107%; **calcar** 0,99%; **potasă** 0,19 și **humus** 5,57%. După analiza chimică, azotul și humusul par a fi în mai mică cantitate și acestea trebuie adăugate prin îngrășăminte animale sau prin culturi de leguminoase (pentru azot.) De asemenea unde solul este prea compact, prea argilos, trebuie să-i se mai adauge calcar sub formă de **marnă** spre a-l face în același timp și mai permeabil și mai productiv.

#### b) — Roca sedimentare de precipitare sau roca de origine chimică.

Acestea sunt roce cari iau naștere direct prin precipitarea substanțelor chimice conținute de ape în soluție, ca silice, cloruri, carbonați, sulfati, etc.

Precipitarea acestor substanțe se face din cauza concentrației soluțiilor prin evaporare intensă, sub influența căldurii solare. Când sunt mai multe substanțe în soluție, în general ordinea lor de sedimentare prin precipitare, este strâns legată de gradul de solubilitate al lor; cele mai puțin solubile fiind cele dintâi, iar cele foarte solubile fiind cele din urmă, cari se precipită din soluție. Astfel din apa mărilor se precipită mai întâi **gipsul**, apoi **sarea de bucătărie** și în cele din urmă **sărurile de potasiu**.

Concentrația soluțiilor se mai poate face și prin îngheț, căci gheața nu fixează decât apa curată, rămânând restul apei mai concentrată în săruri.

Ca roca de precipitare pot fi considerate și cele ce iau naștere în aerul atmosferic, ca zăpada și gheața, care în mod perpetuu acoperă în regiunea polară și pe vârfurile munților înalți, suprafețe enorme.

Astfel dar, având în vedere locul lor de origine, rocele de precipitare pot lua naștere: din apele sărate; din apele dulci; din apa izvoarelor calde și reci și din aerul atmosferic.



### Roce de precipitare din apa mărilor și oceanelor.

Am văzut că apa mărilor actuale conține o mulțime de săruri, în cantități diferite și cu o solubilitate variabilă. Dintre aceste săruri, cele cari prezintă o importanță deosebită pentru geologie sunt: sarea de bucătărie, gipsul și calcarul (acesta din urmă găsimu-se în cantități foarte mici).

**Gipsul** (sarea mătii, ghița femeii, trânt, piatră de cojoace, durduc), este un sulfat de calciu care se găsește relativ în mică cantitate în apa de mare, totuși din cauza slabei sale solubilități, el este primul care se separă prin concentrația apei.

El se depune, în raport cu temperatura și cu sărurile ce-l însoțesc în soluție, sub formă de cristale corespunzând la două compoziții moleculare: una anhidră ( $\text{SO}_4\text{Ca}$ ), numită din cauza aceasta **Anhidrit** și alta care cristalizează cu 2 molecule de apă ( $\text{SO}_4\text{Ca} + 2\text{H}_2\text{O}$ ), **Gipsul propriu-zis** (vezi pag. 60).

De altfel prin hidratare și anhidritul se poate transforma în gips, hidratarea fiind însoțită de mărirea volumului rocei, cea ce cauzează întotdeauna deranjeri importante în stratele de gips.

**Anhidritul** se prezintă în cristale fine (sist. ortorombic), unite în masse lamelare, cu luciu sidefos și cu clivaj caracteristic după trei direcții perpendiculare. El este mai dur (3,5) și mai dens (3) ca Gipsul și însoțește dese ori depozitele de sare (Stassfurt, Ocenele-Mari), formând strate subțiri uneori intercalate sării.

Gipsul formează depozite puternice în stratele formațiunilor cu sare și în formațiunile depuse sub o climă de pustie sau de stepă. Astfel la noi se găsește în mare cantitate în Eocenul Carpaților orientali (Tg. Ocna) și în Mediteranul Subcarpaților, dela Severin până în Galiția ca și în Câmpia Transilvaniei (Eocen și Miocen). La Câmpulung (Flămânda), Pucioasa, Slănicul de Prahova; la Turda, la Agriș, etc., el se întrebuintează prin calcinare la prepararea făinei de gips (ipsos). Gipsul cristalizează în sistemul monoclinic, mai rar sub formă de cristale izolate, mai ales în argile (Buștenari), de cele mai multe ori în rozete (Constanța) și mai des **maclat** prin suprapunere, în forme caracteristice în **vârf de lance**. În general gipsul formează bancuri întregi, stratificate, alterându-se cu argile și gresii cenușii moi; având cristale mari maclate,

sau cristale mici ce-i dau un aspect **grăunțos**. Uneori el se prezintă sub formă de pachete de fire lungi, subțiri și mătăsoase, **gips fibros**; sau compact, translucind și cu structura fin cristalină, **alabastru de gips**, din care se fac obiecte de artă, fiind ușor de lucrat (Toscana, Slănicul de Prahova, Odorhei, Sesurile). — Gipsul are duritatea 2 și densitatea 2,3.

### Sarea de bucătărie ( $\text{ClNa}$ ).

Sarea constituie 77% din substanțele minerale dizolvate în apa marină actuală ca să se precipite, trebuiește ca apa să fie redusă la o zecime din volumul ei primitiv, astfel ca densitatea ei să ajungă 1,20. Condițiunile acestea îndeplinite, sarea se precipită repede, de cele mai multe ori foarte pură, rar amestecată cu materii pămâtoase cari dau sării o colorațiune mai închisă. Astfel se admite azi a se fi născut sarea masivelor formate de cristale grăunțoase de sare. Stratele sării prezintă de obicei unele vârgături mai închise din cauză că sarea albă alternează cu o sare vineție din cauza incluziunilor (Fig. 42). Când cristalele sunt bine crescute, se observă că sarea cristalizează în **cubi mici** (sistemul cubic), iar cristalele zdrobite se **clivează**, după fețe ce se întretaie la  $90^\circ$  ca și ale cubului. Când sarea e curată, ea are un **luciu stielos**, este **transparentă** și are un gust **sărat** caracteristic. Când este impură, este puțin colorată în vânat cenușiu sau gălbui. Încălzită, pocnește (decrepitează) din cauza apei și mai ales a gazelor (metan) ce conține, apoi se topește. Ea are duritatea 2,5 și densitatea 1,7.

Sarea constituie unul din exemplele clasice pentru **roce formate numai dintr'un singur mineral**. Ea este foarte răspândită în scoarța globului, găsindu-se spintecând, în bolte anticlinale, stratele multor formațiuni geologice; în mici cantități formându-se chiar și azi în unele regiuni, unde condițiunile de concentrare sunt îndeplinite, ca în lacurile și golfurile sărate din regiunile de stepă și de pustie (Asia, Africa) și în special cele din estul Mării Caspice (lacul Karabugas).

Țara Românească este foarte bogată în sare (peste 200 masive). Astfel numai dealungul Subcarpaților, între regiunea muntoasă și Câmpia Română, se înșiră pe mai multe linii, paralele cu lanțul munților, peste 60 de **masive puternice** de sare, dintre care se



exploatează acum numai 3: cel de la Ocenele-Mari, Vâlcea; cel de la Slănic, Prahova, și cel de la Târgu-Ocna (Bacău). În Transilvania numeroase manifestațiuni sărate apar pe o serie de cule ondulată și dispuse N-S, massive, însă apar mai mult pe liniile

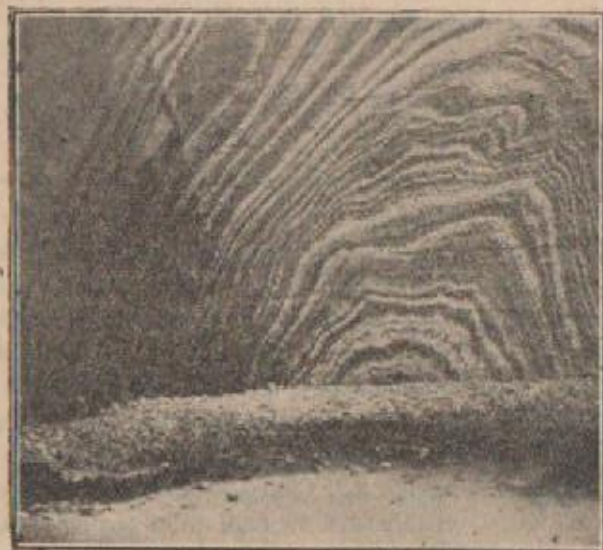


Fig. 42. — Vedere a unei galerii de exploatare în masivul de sare de la Ocenele-Mari (Vâlcea).

marginale ale basinelor și se exploatează la Ocna Sibiului, la Uioara, Turda, Dej și Paraid; iar în Maramureș la Sighetul Marmăției.

Câteodată masivele de sare apar la zi, cum este muntele de Sare de la Slănicul de Prahova (Baia-Baciiului, Fig. 43); Sarea lui Buzău, pe apa Buzăului, și la Meleș-Lopătar, tot în Buzău; la Nord de Bisoca, pe apa Râmnicului Sărat; la Cojocna, Sovata și Paraid în Transilvania, etc. Afară de sare în masive se ivesc o mulțime de izvoare sărate numite saramure, salamure, slătine, cari denotă prezența sării în profunzime, din care apa izvoarelor a luat sarea prin dizolvare.

Unele masive de sare și unele izvoare sărate apar și în regiunea muntoasă, ca izvorul sărat din cristalinul de pe malul Dunării în pășul Slătinețului, între Turnu-Severin și Vărciorova și de la Băile Herculane; cele de la Șinca Nouă, din Perșani, Transilvania; izvoarele de la Olănești și Călimănești; izvoarele de la Poiana Sărată pe Oituz; cele de la Slănicul Moldovei, etc.,

ceiace arată că formațiunea cu masive de sare se întinde mult și pe sub lanțul Carpaților. Unele din aceste izvoare apar și în regiunea de câmpie, alimentând apa lacurilor sărate, cum e Lacul Sărat de lângă Brăila, Balta-Albă etc.

Izvoarele sărate conținând în general și Iod, sunt căutate și întrebuințate ca băi (Govora, Vulcana etc.), pentru vindecarea a numeroase boale.

În prelungirea Subcarpaților no-

ștri apare sarea în aceleași condițiuni în Galiția, cu renumitele mine de la Wieliczka, Bochnia, Stebnik și Kalusz; în aceste două din urmă localități se scot și săruri de potasiu, foarte importante ca îngrășăminte minerale agricole și cari au început să se caute și la noi, la Târgu-Ocna, unde s'au găsit unele urme.

Austria (Hallstatt); Germania (Stassfurt, Posen, Halle, Reichenhall, etc.), și Spania (Cardona) sunt state europene ce posedă iarăși bogate zăcămintele de sare.

Sare în masive mari și bogate se găsește răspândită pe întreaga suprafață a globului (America, Africa, Asia și Oceania).

Exploatarea sării se face în două moduri.

Când sarea este curată se exploatează prin galerii, sub formă de blocuri (drobi), care apoi se macină sau se pisează (România). Când sarea este pământoasă (Austria și Galiția de Sud), se fac galerii cu ramuri laterale în formă de puțuri și bazine, în care se pompează apa dulce, care, după ce a dizolvat sare până la saturare, este repompată în afară și prin încălzire în bazine largi și puțin adânci, sarea este separată din soluție prin concentrare.

Sarea are o importanță deosebită pentru noi, ea fiind un aliment indispensabil și servind în industrie la multe preparate și fabricații, ca: conservarea alimentelor (carne, varză, castraveți, etc.), la fabricarea sti-



Fig. 43. — Muntele de Sare, Baia-Baciiului, Slănic (Prahova). Suprafața sării este corodată de apă prin dizolvare (Voitești).



elei, a sodiei (Turda), a săpunului, a acidului clorhidric, a clorului, a sodiului, etc.

Din cauza mării sale importante, popoarele cari nu au mine de sare; și-o procură din apa mărilor și a lacurilor sărate, prin concentrare la soare, în bazine largi și puțin adânci, săpate pe țărmurile joase, legându-le cu apa mării prin canale de comunicare (Basarabia). Popoarele nordice concentrează apa sărată prin îngheț tot în astfel de bazine, apoi scot sarea din soluția concentrată prin fierbere.

Pentru a se explica cantitatea enormă de sare pură, ce se găsește în unele formațiuni din scoarța globului, formând massive lenticulare de sute și chiar o mie de metri grosime și pe mai mulți kilometri lungime, trebuie să admitem evaporarea unor mari cantități de apă marină; poate că lagune mari și brațe întregi marine au fost desecate.

Se admite azi în general că sarea a luat naștere prin concentrarea lagunelor și brațelor marine puțin adânci, despărțite de largul mărilor și oceanelor prin niște **prăguri** — **bariere**, ce lăsau să comunice cu marea deschisă numai stratul de apă superficial și mult mai puțin concentrat din cauza acestei comunicări, decât cel de la fund. Astfel de lagune și brațe și-au putut concentra sărurile sub o climă uscată ca de deșert; iar când nivelul general scădea, apa proaspătă de la larg venind peste prăguri, alimentă laguna cu noi săruri, cari cu timpul prin concentrare se depuneau și ele la fund. Și astfel prin o alimentare și o concentrare continuă repetată se explică azi formarea depozitelor groase de sare pură (Fig. 44). Ca exemplu, în mic, se citează golful Karaburgas, pe țărmul asiatic al Mării Caspice.

Din cauza că nu se cunosc regiuni unde azi să se formeze depozite însemnate de sare pură din lagune marine și din cauză că puțină sare murdară ce se depune în lagunele actuale (golful Karaburgas, M. Caspică) este bogată în resturi de ale animalelor, cari intrând în apa lor prea concentrată mor pe loc, resturi ce nu se cunosc în sarea nici unui masiv cunoscut până azi, unii geologi (WALTHER) încearcă a explica formarea depozitelor de sare prin concentrația apelor saline în scobiturile deșerturilor continentale, fără scurgere, cum se întâmplă azi în Egipt, Algeria și Tunisia, ca și în Lacul Sărat de lângă Brăila, etc.; sarea fiind adusă în ele, fie de râuri, fie de izvoare și care a fost luată de aceste ape prin dizolvare din terenurile sărate sau din cele cari conțin depozite de sare mai vechi, din vecinătate, peste cari se scurg sau din cari izvorăsc.

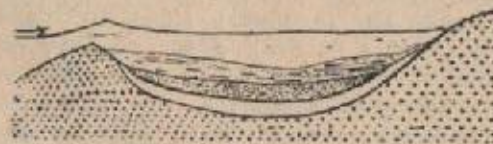


Fig. 44. O lagună sărată. (Pe fund gips, sare, anhidrit și argile), după Oehsenius.

în scoarță în numărul așa de mare de massive enorme de sare

De altfel judecând lucrurile mai îndeaproape nici una din aceste păreri nu ne poate explica mulțumitor modul de naștere al sării ce se găsește adunată

pură și pe zone așa de întinse, cum sunt Carpații și Subcarpații noștri. Căci în zonele de pustie, fie ale Asiei, fie ale Africii, sarea ce se formează abia dacă are câțiva metri grosime și nici nu-i pură. Iar mările actuale nu ne pot da o cantitate de sare așa de mare, de cât dacă ni le-am închipui complet secate. Așa, de exemplu, Marea Mediterană, dacă ar fi complet secată, ar depune (KAYSER) un strat gros de sare abia de 27 m., iar ca să obținem grosimea ce o are sarea numeroaselor massive azi cunoscute, ar trebui să ne-o închipuim de 40 ori umplută și tot de atâtea ori complet evaporată. E poate mai probabil că sarea massivelor să aibă originea legată de precipitățile prime de cloruri ce au avut loc imediat după formarea primei scoarțe solide; iar separarea și sedimentarea acestor cloruri să fie datorită dizolvărilor și recristalizărilor repetate la diferite intervale, ce ele au suferit în timpul precipitării primelor ape.

În tot cazul din studiul massivelor de sare (Stassfurt) reiese că, ordinea în care s-au depus sărurile prin concentrarea soluțiilor mune cari le-au dat naștere, ar fi următoarea. La bază se găsește strate de gips (anhidrit), gipsul fiind primul care se separă din soluțiune. Peste acestea urmează masivul de sare, iar către partea sa superioară, sarea prezintă amestecuri cu sărurile de potasiu, cari deasupra formează o zonă mai curată. La partea superioară totul este acoperit de o argilă compactă sărată, care a prezervat masivul de a fi dizolvat de apele de infiltrațiune (Fig. 45).

Sarea massivelor noastre, de altfel ca toate massivele cunoscute pe întreaga suprafață a pământului; apare ca sămburi enormi

ce străbat stratele formațiunilor de jos în sus, pe care le-a breșat în drumul lor și din care cauză ele apar înconjurate de enorme zone de breșii. Eșirea massivelor s'a făcut în timpul perioadelor de cutare a munților și în raport cu puterea acestor mișcări ele au ajuns unele până la suprafață, altele s'au oprit mai la adâncime. În general însă poziția lor actuală nu trebuie considerată ca stratigrafică, ci numai tectonică, căci am greși dacă am admite ca sarea massivelor apar-



Fig. 45. Ordinea depunerii sărurilor la Stassfurt (Germania), după Kayser.

lor actuală nu trebuie considerată ca stratigrafică, ci numai tectonică, căci am greși dacă am admite ca sarea massivelor apar-



ține ca vechime stratelor în cari s'a oprit, fără să știm locul de unde a pornit spre a-i cunoaște vârsta.

În unele regiuni, ca la Strassfurth în Germania și la Stebnik și Kalusz în Galiția, massivele de sare sunt însoțite și de cele mai solubile săruri din soluția apelor mume ca: *Sylvina* (Cl K); *Sylvinita* (ClK, ClNa); *Kieserita* ( $\text{SO}_4\text{Mg} + \text{H}_2\text{O}$ ); *Cainita* ( $\text{SO}_4\text{Mg}, \text{Cl K}$ ); *Carnalita* ( $\text{CaMg}, \text{ClK}, 6\text{H}_2\text{O}$ ) și *Polyhalita* ( $2\text{SO}_4\text{Mg}, \text{SO}_4\text{K}_2, 2\text{H}_2\text{O}$ ). La noi până acum s'a găsit numai la Târgu-Ocna câteva bucăți de Silvină și de Carnalită în breția din jurul massivului, într'un puț de câțiva metri adâncime. Din cauza puținelor date ce avem asupra situației tectonice și a drumului făcut de massive, cercetările de până acuma cu privire la prezența sărurilor acestora la noi, n'au dat încă rezultate favorabile, cum de altfel n'au dat nici în Transilvania.

Sărurile acestea, numite în general *săruri de potasiu*, fiind cele mai solubile, ca să se depună, trebuie să ne închipuim că apele mume au fost complet evaporate. Și nu-i de mirare că ele nu se găsesc la toate massivele de sare, lipsa lor putând fi datorită la două cauze *primordiale* și anume: apa mumi să nu se fi evaporat complet, din cauza unei îndulciri imediat după depunerea gipsului și a sării; apoi chiar dacă s'au depus sărurile de potasiu, ele fiind foarte solubile, au fost ușor dizolvate de către apele de infiltrațiune și poate duse de apele râurilor în mări, sau au fost depuse mai târziu între alte strate, cum s'a întâmplat la Stebnik și Kalusz în Galiția. O altă cauză, secundară, a negăsirii sărurilor de potasiu, poate fi datorită și *dislocărilor* stratelor cu sare, cari au silit massivele de sare să iasă din patul lor primitiv și să pătrundă mai sus între strate mai noi, sărurile de potasiu rămânând astfel undeva în profunzime.

### Calcare oolitice.

În multe formațiuni geologice marine se găsesc unele calcare constituite din bobite de mărimea ouălor din icrele de pește, cimentate tot prin calcar, fiecare bobită fiind formată din mai multe poșghite subțiri de calcar, dispuse concentric. De obicei aceste calcare se formează azi în unele izvoare și pe fundul unor lacuri de apă dulce. Se cunosc însă și regiuni marine unde în timpurile actuale iau naștere calcare oolitice marine, ca în Marea Roșie, în spre portul Suez, și pe coastele peninsulei Flo-

rida. Nu se cunosc precis condițiunile lor de formare. În tot cazul ele par a fi localizate în regiunea litorală, puțin profundă a mărilor, unde apele pot fi agitate și de sigur că joacă un rol important în formarea lor și prezența în suspensiune în apă a resturilor organice, ori unele resturi de cochilii, ca prima cameră embrionară de la Foraminifere și Gasteropode și poate într'un chip oarecare și prezența unor plante marine, ca Algele calcareoase și poate chiar unele bacterii.

### Roce de precipitare din lacuri și izvoare reci.

**Calcarul de apă dulce.** Apele dulci de izvoare, râuri și lacuri, conțin mult mai mult carbonat de calciu decât apele marine. Aceasta se datorește faptului, că apa lor provine din apa de ploaie, care căzând pe pământ, ia din aer o cantitate oarecare de  $\text{CO}_2$ , cu care trecând peste, sau infiltrându-se prin diferitele roce ce conțin calcar, sau direct prin roce calcareoase, transformă carbonatul de calciu insolubil, în bicarbonat de calciu, care este solubil și pe care îl ia în soluție cu sine.

Bicarbonatul de calciu este o combinație prea puțin stabilă, așa că izvorul ieșind la aer, apa evaporându-se puțin,  $\text{CO}_2$  se separă imediat și atunci  $\text{CO}_3\text{Ca}$ , fiind insolubil se precipită pe fundul apelor sau pe corpurile umezite de aceste ape, formând un depozit spongios de calcar (zăgă).

**Din izvoare.** Apa care mustește pe pereții peșterilor, depune calcarul pe pereți sub formă de *draperii* și *valuri* în cascade; pe tavan îl depune sub formă de *stalactite*, ca turturii de gheață iarna pe la streșinile și pe burlanele caselor; iar picăturile ce cad de pe tavanul peșterilor formează pe patul peșterii *stalagmitele*, mai larg la bază, și mai scurte, cari unindu-se uneori cu stalactitele, formează *coloane* și *stâlpi* de diferite forme și mărimi (Fig. 46). Din unele peșteri curge câte un șipot de apă, cum e cel care iese din peșteră dela Tismana (Gorj) și din peșterile de lângă Vad pe Criș, cu apa foarte calcareasă care depune pe stâncile, pe ierburile, pe frunzele și pe crengile din drumul lor, un calcar cu multe găurele, numit *tuf calcar* sau *travertin* (zigă): Tismana, Vad, Tivoli (Italia), etc. Aceste calcaruri conțin foarte multe tiparuri de melci, de frunze și chiar de plante întregi



și dau o bună piatră de construcție. Cum mai toate izvoarele, de la noi sunt mai mult sau puțin calcaroase, tufuri calcare cu tiparuri de plante și de melci de câmp, se întâlnesc foarte des mai ales prin pădurile în zona dealurilor.



Fig. 46. — O vedere din peștera de la Adelsberg (Postumia, Italia) cu stalactite, stalagmite, stâlpi, draperii, etc. (după o fotografie).

Unele izvoare feruginoase lasă un depozit gălbui sau puțin roșcat, format din oxizi feruginoși; altele, sulfuroase ( $H_2S$ ), depun sulful ca praf alb-gălbui (pe cale bacteriană). Când se întâlnesc izvoarele feruginoase cu cele sulfuroase, apa ia o colorație neagră (Aricești, Prahova, etc.).

**Din lacuri.** Apa lacurilor dulci prin evaporare depune calcarul sub formă de praf fin alb, formând un strat subțire de cretă lacustră; ori ca o crustă ce acopere fundul. Uneori în lacuri se formează și calcare oolitice. Calcarele de apă dulce conțin resturi de melci și de scoici de apă dulce (Turtucaia, etc.).

#### Din izvoarele minerale și din apele termale.

Această categorie de ape fiind foarte mineralizate, sunt cele mai bogate în depuneri de minerale, cari prin cantitatea lor mare, formează uneori adevărate roce.

Un exemplu instructiv în privința aceasta ni-l procură **Sursele fierbinți de la Karlsbad** (Bohemia), cari depun anual peste  $1/2$  milion kgr. de calcar. Calcarul la Karlsbad **incrutează** patul izvoarelor cu depozite stratificate, de culoare brună, precum și toate corpurile pe cari le udă sau le stropește ca: ierburi, coșulețe cu fructe, manechine, etc. (Fig. 47).



Fig. 47. — Un coșuleț cu fructe încrustat cu calcar (după Murgoci).

În locul unde clocotește izvorul, bobitele de nisip și alte resturi minerale ori organice, sunt ridicate cu putere în sus până ce ating aerul atmosferic, apoi sunt lăsate la fund pentru a le ridica din nou. În mișcarea aceasta de ridicare și coborire repetată, bobitele se încrustează cu învelișuri concentrice calcaroase și când sunt destul de grele ca să nu le mai poată ridica apa, ele cad la fund, formând o masă calcară cu boabe ca mazărea, **calcar pisolitic** (Fig. 48).

Tot astfel izvoarele minerale reci de la Sângeorgiu, din Transilvania, au depus cu timpul un munte de piatră de var tufacee.

La noi în țară toate izvoarele sărate depun sarea în jurul lor și pe marginile scursurii pe care curg.



Fig. 48. — Calcar pisolitic.

Alte izvoare termale, cum sunt geiserii depun, cum o să vedem în alt capitol, **silice amorfă**, formând depozite tufacee destul de groase, dispuse ca valuri mari albe sau puțin gălbui, în trepte (terase), peste rocele peste care apa lor se scurge (Islanda, Parcul Național din America de Nord, etc.).

Pentru rocele de precipitare din aerul atmosferic (zăpada și gheața), a se vedea ceva mai departe capitolul „apa în stare solidă”.

#### c) — Roca sedimentară de origine organică (organcgene).

Ele sunt formate prin acumulări de schelete și resturi de animale sau de plante, mai ales dintre cele ce pot să-și însușească



în corpul lor substanțe minerale din mediul în care trăiesc, cum este **Calcarul**, **Silicea**, **Carbonul** și **compuşii săi hidrocarbonați**, etc.

În general în natură resturile acestora de animale și de plante sufer anumite schimbări și, în raport cu acestea, ele pot da naștere la roce diferite, cu caractere și întrebuințări diferite. Astfel resturile formate din **Calcar**, **Silice**, **Fosfați**, etc., prin acumulare dau roce tari **calcaroase**, **silicioase**, **fosforoase**, cari cu puține schimbări de mineralizare se păstrează cam cu aceleași caractere, pe cari le-a avut la început. Cele formate din **Carbon** și compuşii lui (Celuloză, Grăsimi, Rășini, etc.), sufer transformări deosebite, după condițiunile în cari aceste transformări se fac, din care cauză și rezultatul acestor transformări este în general deosebit. Astfel resturile ce rămân la aer și la umezeală **putrezesc**, descompunându-se fără să lase urme. Cele ce au umezeală multă și puțin aer, se **humifică**, proces ce se petrece cu resturile organice din solurile cultivabile. Resturile cari cad în mărul apelor unde sunt sustrate aerului atmosferic, prin transformări de carbonificare sau de bituminizare, dau rocele combustibile (**Cărbunii de pământ**, **Petroleumul**, **Asfaltul**, **Gazele naturale**, etc.).

Așa dar după natura lor, deosebim mai multe categorii de roce organogene:

### Roce organogene calcaroase.

Rocile calcaroase sunt formate în general din  $\text{CO}_3\text{Ca}$ , fie pur fie amestecat cu diferite alte substanțe. Ele se sgărie ușor cu un vârf ascuțit de oțel și fac efervescență cu acizii.

Afară de câteva calcaruri depuse pe cale de precipitare, marea majoritate a maselor calcare din scoarța globului sunt de origine organică, animală și vegetală.

Calcarul se găsește în scheletul osos al animalelor și în învelișul protector (scheletul extern) al Foraminiferelor, Spongierilor calcaroși, al unor Hidrozoare, al Briozoarelor, Brachiopodelor, Moluștelor și Crustaceelor, dintre animale ca și în corpul unor Alge calcaroase (Lithothamniecele, Siphoneele și Calcoocyateele.) Este greu de admis, ca enorma cantitate de  $\text{CO}_3\text{Ca}$ , ce se fixează de animalele și plantele marine în scheletul lor, să provină numai din puținul calcar (0,06%) ce conține apa mării. Din cauza aceasta se admite azi, că ființele marine iau **calciul** scheletului lor din sulfatul de calciu ( $\text{SO}_4\text{Ca}$ , 3,6%), pe care-l precipită din apă cu ajutorul carbonatului de amoniu ( $\text{CO}_3\text{NH}_4$ ), fie că acesta este sec-

retat de corpul lor, fie că el rezultă din descompunerea materiilor organice în apă. Din reacțiunea lor ar rezulta astfel  $\text{CO}_3\text{Ca}$ , ce se depune ca cochilie, și  $\text{SO}_4\text{NH}_4$  ce rămâne în apa marină. Acest fenomen se poate verifica oarecum și prin analizele apelor marine, din cari rezultă că există săruri amoniacale, însă mult mai multe în mările calde, decât în cele reci, ceea ce ar explica și marea dezvoltare a animalelor și plantelor cu schelet calcaros în regiunile ecuatoriale, precum și imputinarea lor, ca și finețea scheletului lor, în regiunile polare, unde calcarul e înlocuit cu silicea în formarea scheletului.

Rezultă de aci, că puterea de precipitare a calcarului, crește la ființele marine în raport cu temperatura și aceasta se adevărește nu numai pentru zonele climaterice, dar și pentru cele bathimerice (adâncime). Astfel în regiunile polare, ca și în regiunile de mari adâncimi cu temperatura joasă, nu se pot dezvoltă nici Coralieri, nici Alge calcaroase cu schelet mare și ramificat și nici animale marine cu scoică calcaroasă groasă; pe când toate aceste ființe se dezvoltă foarte bine și în număr considerabil, în părțile puțin adânci ale mărilor și oceanelor calde.

Așa, de exemplu, recifii coralieri nu se pot dezvoltă, dacă temperatura medie a apei marine scade sub  $+22^\circ$ .

Apoi, după felul de viață pe care-l duc ființele marine, cari formează aceste depozite calcaroase, acestea pot fi numite **bentogene**, cele ce iau naștere din resturile ființelor bentonice, și **planetogene**, cele cari iau naștere din resturile planctonului. Pe când primele se acumulează direct pe fundurile pe cari trăiesc animalele bentonice, ca recifii de Coralieri și de Alge calcaroase, scheletul animalelor fixate și libere din apropierea fundului (Crinoizi, Echinoderme, Lamelibranchiate, Gasteropode, Foraminifere); resturile ființelor plutitoare (plancton) cad ca o ploaie pe fundul mării și, pe când părțile moi se distrug, cele calcaroase ajung la fund, unde formează ca un fel de măr, **mărul de Foraminifere (de Globigerine)**, **mărul de Diatomee calcare**, **mărul de Pteropode**, etc. De obicei aceste resturi în căderea lor nu pot străbate grosimi de apă mai mari de 5000 metri, din cauză că sunt dizolvate complet, așa că cu cât adâncimea este mai mică de 5000 m., cu atât ele ajung mai întregi la fund.

Dacă ne închipuim acum, că toate aceste depozite se întăresc și că sfărâmăturile mai mici, umplu spațiile libere dintre resturile mai mari, sau golurile din interiorul lor, ne putem ușor



Inchipui cum s'au format puternicile strate de piatră de var, ca cele din Piatra Craiului, din Bucegi, dela Peștera Ialomicioarei, din Dobrogea meridională și din M-ții Apuseni și ai Bănățului.

Aceste roce calcareoase n'au rămas în starea în care au fost sedimentate, ci au suferit în urmă multe preschimbări, mai ales sub influența apelor de circulație ori a căldurii centrale; din care cauză găsim calcarul așa de variat reprezentat în scoarța globului, uneori sub formă cristalină, alte ori amorf; uneori curat, alte ori amestecat cu alte substanțe streine.

### Varietățile de calcar.

Afară de Cretă, de Calcarul de apă dulce, Travertinul, Calcarele oolitice, și pisolitice, cari am văzut că iau naștere prin precipitare direct din ape, fără intervenția ființelor vii; în natură, calcarul se mai poate întâlni și sub alte forme.

**Calcita** sau calcarul pur ( $\text{CO}_3\text{Ca}$ ) care se găsește în natură și sub formă de masse cristaline, însă cristale frumoase se găsesc mai ales în golurile stâncilor de piatră de var, depuse de apele de infiltrație, ori căptușind pereții interiori ai acestor goluri. Ea are duritatea 3 și densitatea 2,7 și cristalizează în general în sistemul exagonal (prisme cu romboedri, romboedri și scalenocedri) și mai rar în sistemul ortorombic, aceasta mai ales din soluțiile calde și în scheletul calcaros al animalelor (scoici, sidef, mărghăritar, mărgean), purtând numele de **Aragonită** și **Conchită**, ele fiind și mai dure și mai dense decât Calcita exagonală.

Cele mai importante cristale de calcită sunt cele în romboedri, numite **Spatul de Islanda**, (v. pag. 60).

**Marmora**, este formată tot din calcită fin cristalină și după structura bobului și după culoarea ei distingem: **Marmora zaharoidă** sau **statuară**, albă ca zahărul și cu bob cristalin mărunt, întrebuințată pentru statui (Paros, Naxos, Carrara; Valea Rea, în Argeș, etc.).

**Marmora divers colorată**, neagră, cu pete albe și negre, sau albastrui, galbene, ori violacee, purtând diferite numiri după localități sau după culoare, între cari cele mai prețuite sunt cele vârgate ca onixul (Onixul de Mexic și de Brazilia).

Marmorele aceste sunt calcare recristalinizate prin presiune, prin apele de infiltrație, dar mai ales metamorfozate sub influența căldurii și a substanțelor mineralizatoare, provenite de la rocele

eruptive, cari au venit în contact cu calcarul. De aceea, în multe din aceste marmore se găsesc și minerale așa numite de contact (Mică, Cuarț, Grenate, etc.). La noi sunt numeroase marmore, în special din cele ordinare. Astfel la izvoarele Argeșului și Râului Doamnei (M-ții Făgărașului), lângă creastă, este o șuviță de marmură statuară ce merge spre Vest până în Olt, la Boița; de asemenea calcarele din jurul orașului Tulcea; la Vascău și Hâjdate în Ardeal; la Nămăești, Dragoslavele și Rucăr, din Mușcel sunt calcare mezozoice recristalizate prin apele de infiltrație, cari lustruite, dau marmore admirabile, mai ales stratele de bază, cari prin zdrobire (alunecare) sunt brecifiate și recimentate printr'un ciment calcaros brun-gălbui-deschis.

**Piatra de var**, sau **calcarul obișnuit**, se prezintă uneori compact și alb, aproape ca marmura (Piatra Craiului, Tismana, Bucegi, Nămăești, Rucăr, Tulcea, în Bihor și Caraș-Severin, etc.), așa că rar se disting **scoiele** și **recifii** din care au luat naștere (Calcarul recifal); alte ori este mai puțin compact, cu bobul mai neuniform și colorat prin diferite substanțe minerale în gălbui, cenușiu, vânăt și chiar negru (Dobrogea, Valea Prahovei etc.). În marea majoritate a lor, calcarele compacte sunt formate de **recifi coralieri** — calcar coralian — sau de tufe de Alge calcareoase, recimentat și recristalizat; alte ori, calcarul este format din sfărâmături de **scoici** diferite și de căsuțe de **Polipieri** și de **Foraminifere**, cimentate laolaltă; în fine câte odată de sfărâmături de **Crinoizi**.

**Dolomita** este un calcar magnezian ( $\text{CO}_3\text{Ca}$ ,  $\text{CO}_3\text{Mg}$ ), de o culoare cenușie gălbuie și cu un mod caracteristic de a se desăgrea, în sfărâmături mici colțuroase. Ea se găsește răspândită ca și calcarul, formând munți întregi în Alpi (Alpii Dolomitici). La noi ea este mai puțin răspândită (Marmura de Valea Rea, Argeș; în Dobrogea, în Perșani și în Bucovina; în M-ții Apuseni, în jurul Vadului).

**Calcarul numulitic** este o varietate de calcar format aproape exclusiv din căsuțe de Numuliți și alte Foraminifere mici (Albești în Mușcel, Azarlăc și Titechioi în Dobrogea, Rodna și Porcești în Transilvania), destul de ușor de lucrat ca piatră de construcție. Din cel de la Albești, s'a restaurat și Mănăstirea Curtea-de-Argeș. Pe marginea de NW a Basinelui Transilvaniei, cum este la Oșorhei



(Gyerő-Vasarhely) găsim bancuri de câte 3–5 m. formate numai din Numuliți slab cimentati, cu care sătenii pavează șoselele și curțile caselor.

**Calcar cochilifer.** Sunt unele calcare formate aproape în întregime numai din scoici de Molușce, în special Bivalve, formând aceea ce se numește **lumachel** (Jud. Tulcea). Când scoicile sunt necimentate ele poartă numele de **falun** (Bucovăț lângă Craiova, Boteni în Mușcel). Aceste calcare iau naștere în general prin îngrămădirea scoicilor animalelor în regiunile de plajă.

**Creta** este o piatră de var formată din măr de Foraminifere mici, amestecate cu sfărâmături fine de diferite scoici (Fig. 49), slab unite între ele (Murfatlar, în Dobrogea).

**Piatra litografică** este un calcar argilos, cu bobul foarte fin un amestec de măr fin calcaros cu măr fin argilos. Acest calcar prezintă o mare importanță în litografie, căci datorită structurii sale foarte fine, pe el se poate desemna ca și pe hârtie. Pentru reproducerea desenurilor se procedează astfel. Desenul se face cu o cerneală specială, pe o față bine lustruită și perfect orizontală a pietrei. Apoi se atacă fața desemnată cu acid slab (HCl diluat), care roade părțile neacoperite de desen, așa că acesta rămânând în relief, se poate apoi copia pe hârtie prin imprimare.

Desenurile litografice cer o muncă artistică desăvârșită și o curățenie specială, ele neputând fi corijate sau îndreptate în totdeauna cu succes.

### Roce silicioase.

După calcar, silica ( $\text{SiO}_2$ ) este substanța care joacă un rol important în formarea scheletului multor animale și plante marine: Diatomeele, Radiolari, Spongierii, etc. Silica este luată de ființele mediului marin din mărul fin argilos (silicați de aluminiu) adus de râuri, sau care a rezultat din sfărâmarea malurilor prin valuri; căci din slaba cantitate (1/200.000–1/500.000) ce conține



Fig. 49. Creta, văzută la microscop.

apa mării, fenomenul nu ar putea fi explicabil. De altfel este cunoscut că mărul argilos, fin divizat, rămâne în suspensiune cu atât mai mult, cu cât apa este mai îndulcită, sau are o salinitate mai slabă decât cea normală, cum sunt apele din regiunea polilor, cu un strat superficial de apă dulce rezultat din topirea ghieturilor; pe când în apele cu salinitate normală, mărul acesta se sedimentează foarte repede. Silica de altfel înlocuiește în totdeauna calcarul la formarea scheletului ființelor vii din apele mărilor cu temperaturi scăzute, ale regiunilor reci și ale fundurilor adânci. Așa dar, apele marine cu temperaturi scăzute și cu slabă salinitate, iată mediul prielnic dezvoltării ființelor cu schelet silicios.

**Sedimentele silicioase**, de natură organică, abundă des, pe fundul regiunilor de mari adâncimi, între 4000–8000 metri formând un măr de schelete de **Radiolari** și de **spicule de Spongieri**, amestecat de multe ori cu măruri calcaroase și mai ales cu măr constituit din o **argilă roșie**, foarte săracă în resturi organice și caracteristică fundurilor celor mai mari abisuri.

În regiunea fundului mărilor polare se depune un măr silicios de **Diatomee**, viața lor pelagică fiind favorizată în aceste regiuni de temperaturile joase, cu o slabă salinitate.

Rocile ce iau naștere din mărul silicios, formează straturi de **silexuri**, **cremene**, **jaspuri**, **menilite**, cari au un aspect **cornos** și o spărtură conchoidală caracteristică și sunt colorate în alb, galben, cenușiu, vânăt, albastrui, roșcat, sau chiar negru. Astfel de silexuri și de sisturi silicioase provenite din resturile silicioase ale scheletului animalelor marine, se observă de multe ori intercalate între stratele calcaroase ale Cretacului din Alpi și Carpați, din Epir, din Macedonia și Albania, etc. Uneori silexurile formează, prin concreționarea resturilor, punți și noduri de diferite forme și mărimi în rocile calcaroase, cum sunt de ex. nodurile de **cremene** din creta din Dobrogea (Murfatlar).

### Roce fosforoase sau Fosforite.

Între rocile sedimentare rezultate din resturile organice, unele conțin mult fosfor sub formă de **nodule** și de **concrețiuni**, numite **fosforite**. Fosforul aici se găsește sub formă de fosfat de calciu ( $\text{PO}_4 \cdot \text{Ca}_3$ ), de multe ori cristalizat sub formă de cristale foarte mici, în prisme exagonale, cum este **Apatita**, mineral foarte răspândit, în mici cantități, în toate rocile eruptive și care constituie singura sursă a fosforului atât de necesar vieții în general.



Fosforitele provin din resturile bogate în fosfor ale animalelor și plantelor, ca: alga *Fucus* (10%), carapacele racilor (6—17%) și defecțiunile (excrementele) animalelor marine — **Coprolite** —, precum, în parte, și din resturile celulelor corpului lor. Aceste resturi căzând în mărul de pe fundurile apelor marine, fosfatul tricalcic se separă, se îmbogățește prin concreționare, dând naștere la **nodule** și **concrețiuni** de fosforite.

Între rocele sedimentare bogate în fosfat de calciu, trebuie să reamintim și pe cele provenite din îngrămădiri mari de oseminte de animale marine, dar mai ales terestre, cum sunt: **brecciile de oase** ce se găsesc în unele peșteri (M-ții Apuseni) și îngrămădirile de oase de Vertebrate în unele roce sedimentare, transportate și sedimentate de apele curgătoare, formând strate numite **bonebed**. Acestea mijlocesc cu timpul, sub acțiunea apelor de infiltrație, concreționarea fosfatului de calciu, dând naștere la **fosforite**. Exemple găsim în fosforitele dela Quercy (Franța) și în cele din Africa de Nord, etc. Un depozit continental bogat în fosfor și care se acumulează câteodată în cantități foarte mari, este format de **defecțiunile** ce îngrămădesc, în special, **Păsările marine**, pe țărmul insulelor și continentelor din regiunile calde, numit **guano** (litoralul Americii de Sud, dinspre Pacific). Se deosebesc două feluri de guano: unul format aproape numai din fosfat de calciu, restul materiilor organice fiind spălat de ape (climă caldă cu regim ploios), și un guano bogat în materii organice azotoase (climă caldă și uscată), cum e cel de Peru, unde celelalte materii organice nu sunt spălate din lipsă de ploi.

În general fosforitele sunt întrebuințate ca îngrășăminte agricole și la prepararea fosforului. La noi se găsesc puține în Dobrogea veche și în unele peșteri bogate în Liliici (guano) și în oseminte de Mamifere cuaternare.

### Roce cărbunoase — Cărbunii.

Resturile plantelor prin îngrămădire dau și ele depozite sedimentare. Astfel, resturile de plante terestre și de apă, îngrămădite pe fundul **mlăștinilor**, **lacurilor** și în **regiunile de deltă** ale marilor râuri și sedimentate între stratele de roce detritice, mai ales între argile, se transformă cu timpul în **cărbuni**. Se știe, că scheletul celular al plantelor îl formează **celuloza** ( $C_6H_{10}O_5$ ), care sub influența unei **fermentațiuni speciale anaerobe**, se im-

bogățește în **C**, se **carbonifică**<sup>1)</sup> dând naștere astfel la depozite însemnate de cărbuni în scoarța globului, cari constituiesc, până azi, cea mai importantă sursă de energie naturală. Procesul carbonificării resturilor de plante se datorește în bună parte unor **bacterii**, cari atacând celuloza, îi ia o parte din **C** și **O**, pe cari le elimină apoi sub formă de  $CO_2$ , pe când o parte din **H** este liberat sub formă de  $H_2O$  și de **H** liber, așa că produsul **combustibil** ce ia naștere, devine mult mai bogat în **C** decât lemnul (vezi pag. 223.)

Sunt mai multe feluri de cărbuni:

**Turba** este cel mai nou cărbune. Ea se formează și în zilele noastre și ia naștere din carbonificarea pe loc a plantelor ierboase din regiunea **mlăștinilor**, **lacurilor** și **bălților**, fie că aceste plante plutesc, cum sunt **plaurii** din delta și bălțile Dunării, fie că cresc pe marginea și pe fundul acestor ape. Plantele cari iau în general parte la formarea turbei, variază după regiuni. În zona de câmpie sunt mai mult plantele de baltă ca: **Trestia**, **Papura**, **Rogozul** și **Lintița** de baltă, unele **Alge** și mai puțin **Mușchii**; pe când în regiunea **mlăștinilor** din munți, unde se formează mari turbării, sau în cele răcoroase din nordul Europei (Germania, Olanda), **Mușchii** și în special genurile *Hypnum* și *Sphagnum* sunt plantele cari formează turbările. Turba este formată dar din resturi puțin carbonificate, încălcite ca o păslă și amestecate cu materii pământoase. Prin carbonizare s'au produs și unii acizi speciali, ca **ac. humic** și **ac. ulmic**, care reprezintă substanța **antiseptică** a turbei. Turba se exploatează tăindu-se în bucăți de forma cărămizilor, care se uscă și se întrebuințează ca combustibil în țările, ca Olanda și Germania de Nord, unde lemnul lipsește. Ea conține între 45% și 63% cărbune.

În România dispunem de aproximativ 203 milioane  $m^3$  de turbă numai în Transilvania, în districtele Maramureș, Sătnar, Alba Inferioară, Cojoana, Bistrița-Năsăud, Cinc, Târnava-Mare, Făgăraș, Trei Scaune, etc., și care deși n'ar avea o întrebuințare directă ca combustibil industrial, uscată și presată, ar putea înlocui în mare măsură pe celălalt cărbune, la încălzit și gătit, în întrebuințările casnice; putând în același timp fi folosit și ca material prim la fabricarea produselor amoniacale și a îngrășămintelor artificiale pentru ogoarele de cultivat tutunul.

1) Cred că este nimerit a întrebuința aci termenul de *carbonificare*, lăsând termenul de *carbonizare* pentru transformarea substanțelor organice în cărbune prin ardere.



**Lignitul și Cărbunele brun**, sunt mult mai bogate (70%) în cărbune ca turba, mult mai compacte și sunt formate în general de resturi de plante mari, ca trunchiuri, ramuri, frunze, spori, etc., culcate turtite și carbonificate; iar spațiile dintre aceste resturi mari sunt ocupate de sfărâmături mai mărunte de aceleași vegetale. Câteodată carbonificarea plantelor este foarte înaintată (Cărbune brun), alteori structura și uneori chiar culoarea lemnului se păstrează foarte puțin alterată (Lignit). Din toate acestea reiese că lignitul și cărbunele brun au luat naștere prin îngrădirea crengilor, trunchiurilor și în fine a tuturor resturilor de plante din pădurile mlăștinoase și din zonele inundabile ale lacurilor și râurilor, carbonificate pe loc în aceste mlăștini, ori transportate în lacurile mari de către râuri. Lignitul are o colorație cenușie-neagră, de obicei fără luciu. Arde cu flacără și fum mult, dând un miros neplăcut și lăsând cenușă multă din cauza materiilor pămâtoase, ce conține. Puterea calorică a lui este de 2.500—5.000 calorii. El este foarte răspândit în formațiunile terțiare. Cărbunele brun, are o culoare neagră lucioasă, uneori cu spărtură conchoidală și o putere calorică dela 3—6000 calorii.

La noi Lignitul este foarte răspândit în zona de margine a dealurilor Olteniei, Munteniei și Sudul Moldovei. El se găsește în **Miocen**,

la Bâna în Mehedintzi, dar mai ales la baza formațiunii numită **Dacian** și puțin în **Levantin (Pliocen)**, în grosime de la 0,50-5 metri. Se exploatează în Mehedintzi, Gorj, Vâlcea, Argeș; în Muscel la Schitu-Golești (Fig. 50) și la Poenari; în Dâmbovița la Șotânga-Doicești, și la Pralca în Bacău. În Moldova, la Comănești și Asău, pe



Fig. 50. — Vedere într-o mină de cărbuni.

Trotuș, se găsește un cărbune brun pliocenic (meotian), de o foarte bună calitate, cărbunele fiind lucios, compact, cu spărtura sticloasă și aproape curat. El s'a format mai ales din resturile plantelor inferioare de apă dulce ale unui lac, ce se întindea pe atunci peste o bună parte din regiunea dealurilor actuale din vecinătatea Trotușului.

Deși avem lignit mult, numai în anii din urmă a luat o mai mare dezvoltare exploatarea lui (426.075 tone în 1922), mai ales de când căile noastre ferate îl arde în mașini, amestecat cu reziduri de păcură, ceea ce face să i se ridice cu mult puterea calorică. Se mai întrebuințează la arderea varului în vârfuri, când lemnul lipsește; apoi de către puțini particulari de ars în sobe, dar mai ales la încălzitul cu calorifere și la prepararea gazului slab de iluminat. Lignit se găsește puțin și în Pliocenul din sudul Basarabiei; dar cele mai bogate mine în lignit (cărbune brun) sunt cele dela Petroșani, din Transilvania, cuprinse în Miocen (Oligocenul superior?), ca și cel dela Bâna. În Transilvania și Pliocenul conține strate bogate de lignit.

Reservele noastre în acest fel de cărbune sunt cele mai mari, și anume: **Lignit** dispunem în Subcarpați de aproximativ 34 milioane tone metrice, cu o putere calorică cuprinsă între 3800 și 4400 calorii, cărbuni ce se găsesc în Pliocenul Subcarpaților dela Vărciorova și până în sudul Moldovei; și de peste 50 milioane tone metrice în Transilvania, cuprins în Miocenul superior și Pliocenul Câmpiei Ardealului, acesta cu o putere calorică de 3000 până la 6000 de calorii.

În total deci, dispunem de 84 milioane tone metrice de lignit, fără să mai socotim rezervele disponibile în Bucovina și în sudul Basarabiei.

**Cărbune brun**, dispunem în Basinul pliocenic al Comăneștilor (Bacău), după datele cunoscute înainte de 1912, de o rezervă ce se evaluează aproximativ la 2.250.000 de tone metrice, cifră pe care o socotesc a fi cel puțin de 5 ori mai mică decât ar trebui socotită, puterea lor calorică fiind de 5600 calorii; iar în Transilvania, însumând rezervele cuprinse în Cretacic, Oligocen și Mediteranean, dintre cari cele mai mari sunt cuprinse în basinal Jiului superior (Petroșani), ajungem la o rezervă aproximativă de 575.360.000 de tone metrice, cu 4—6500 calorii; deci cărbune brun avem în total o rezervă de aproximativ 586.610.000 tone metrice.

**Huila** este cel mai important cărbune din punct de vedere economic industrial. Ea conține dela 70—90% cărbune, este neagră-lucioasă, mai mult sau mai puțin bituminoasă (**H. grasă** și **H. slabă**), arde cu flacără mică și dă dela 6000—8000 calorii, fără să lase multă cenușă. Varietatea de huilă grasă se întrebuințează, prin distilare, la prepararea gazului de iluminat, iar coșul ce rămâne, fiind mult îmbogățit în cărbune prin această distilare, este întrebuințat în industria preparării fierului din minereurile de fier; ca combustibil în fabrici; la căile ferate și la încălzit în sobe de fier. Huile se găsește în terenurile foarte vechi ale scoarței terestre, în Era primară, formând depozite importante în Carbonifer.



La noi în țară avem puțină huilă (Banat și Țara Bârsei). Țările bogate în huilă sunt azi și cele mai industriale, ca Statele-Unite, Anglia, Germania, Franța, Belgia, Rusia, etc. De bogăția în cărbuni, cel puțin până azi, stă legată industria de tot felul, ca și schimbul pe apă și pe uscat, și, prin acesta, în general și progresul și răspândirea civilizației la toate popoarele. Astfel dacă luăm, pe 1907, o statistică a cărbunilor scoși de statele cele mai productive în huilă, găsim că producția lor este cu atât mai mare, cu cât statul este mai industrial.

Statele-Unite . . . . .	424.968,804 tone
Anglia . . . . .	272.114,000 ..
Germania . . . . .	143.168,389 ..
Franța . . . . .	36.168,389 ..
Belgia . . . . .	23.824,499 ..
Austria . . . . .	13.828,438 ..

Rezerve mari de huilă se găsesc în Siberia, în China și în Canada.

Huila a luat naștere prin carbonificarea în mlăștini, golfuri și estuare, a plantelor din perioada carboniferă; în special a **Ferigelor** arborescente, cari formau păduri imense, comparabile cu cele mai întinse păduri actuale din regiunea tropicală.

În România zăcămintele de huilă în stare de a prileji exploatare productive, nu se cunosc în Carpați; se găsesc însă în Carboniferul, Permianul și Liasicul din Banat și Transilvania (Anina, Steieriac, Bocșa, Ciudanovă, Brașov, etc.), cu o rezervă aproximativă, evaluată, în 1922, la 20.000.000 tone metrice de cărbune, cu o putere calorică cuprinsă între 4791 (Liassic) și 7987 (Carbonifer).

**Boghead și Cannel-coals** sunt cărbuni mult mai bituminoși ca huila, se găsesc în aceleași terenuri și sunt mai cu folos întrebuințați la fabricarea gazului de iluminat decât huila grasă. Bogăția lor în substanțe bituminoase se datorește în primul rând originii lor. Studiați la microscop, acești cărbuni denotă că sunt formați din resturi aproape numai de *taburi de Alge*, de sporangi și spori de *Criptogame* și de grăunți de polen de *Gymnosperme*, din care cauză ei și sunt așa de bogați în bitumen. Acești cărbuni se găsesc mai ales în Scoția, în Transval și în Australia.

**Antracitul** este un cărbune metamorfozat. El este ușor, are peste 90% cărbune, e negru și cu luciu metalic; are spărtură conchoidală și se sfărâmă ușor; arde cu o mică flacără albastruie într'un curent puternic de aer și nu lasă aproape de loc cenușă și nici nu dă fum. El dă cea mai mare cantitate de căldură dintre toți cărbunii.

Antracitul se găsește în aceleași terenuri ca huila și pare a proveni din huilă, care prin presiuni puternice și temperatură înaltă, a fost distilată în mod natural, transformându-se aproape complet în cărbune pur. Antracitul se găsește și la noi, în Gorj, dealungul marginii sudice a Munților; la Schela, unde se exploatează puțin (500 tone în 1912) precum și la Vădari, Poreeni, Rafailă și Larga-Stănțești. Din nenorocire studii de detaliu și explorări serioase nu s'au făcut până acuma, deși dacă s'ar face sperăm să dea rezultate înbucurătoare.

Cele mai bogate țări în Antracit sunt Statele-Unite (Pensilvania), Anglia și Belgia.

**Grafitul (Plombagina)** este cărbune pur, ușor, moale, unsuros la pipăit, cu luciu metalic, nu se topește și nici nu arde decât în oxigen pur ca și diamantul, de a cărui puritate se apropie mult. Pe hârtie lasă o urmă cenușie-neagră și este foarte bun conducător de electricitate.

El se găsește în general în șisturile cristaline, ca pungi în antracit, sau apare îngrămădit de ape, prin spălare, sub formă de pungi, în crăpăturile rocilor.

Grafitul provine din resturile cărbunoase de plante, metamorfozate, transformate în grafit prin căldură și presiune, însă mult mai complet ca antracitul.

Grafitul se întrebuințează la fabricarea creioanelor; amestecat cu argilă la fabricarea creuzetelor refractare; în galvanoplastie; la lustruit obiectele de fier și tuci (sobe, burlane) ca să nu ruginească, etc.

Cele mai renumite regiuni pentru exploatarea grafitului sunt, Cumberland (Anglia), insula Ceylon (India), Irkutsk (Siberia), Statele Unite, Bavaria (Germania), Bohemia și Stiria (Austria).

Grafitul se găsește și la noi în țară, în Gorj, la Schela ca pungi în antracit, în Munții Valcanului în șisturile cristaline de pe creasta dintre vf. Streața și Pasul Buliga, dar mai ales sub vârful Cerbu (Novaci) și pe linia Drăgoiești-Novaci—Baia de Fier—Polo-vragi, în șisturile cristaline dela marginea munților.



Se fabrică grafit și pe cale artificială prin grafitizarea cărbunilor obișnuiți, la temperaturi înalte, în furnale electrice speciale (Niagara).

### Roce bituminoase.

**Petrolul, Păcura, Țițeiul sau Naphta,** este un lichid unsuros, de culoare neagră-verzuie, ori brună roșcată; cu miros particular, cu o densitate cuprinsă între 0.77 și 0.96; uneori mai fluid, alteori mai vâscos și foarte inflamabil; lichid ce se găsește acumulat câteodată în cantități mari în rocele poroase din scoarța globului. (Vezi pag. 445)

El este format dintr'un amestec de **hidrocarburi** (C și H) gazoase, ca Metanul, etc., **lichide**, ca Benzina, etc., și **solide** ca **Parafina**, etc., care se pot separa destul de ușor prin distilării fracționate.

Roce bituminoase se găsesc în foarte multe din formațiunile geologice, cum sunt mai ales calcarele recifale, calcarele măloase marine și cele de apă dulce, ca și în mălurile, argilele și șisturile argiloase și silicioase, cari în timpul sedimentării lor au acoperit și o parte din substanța organică a viețuitoarelor moarte și sedimentate deodată.

În general însă petrolul exploatabil se găsește îngrămădit în mod secundar și pe cale tectonică, dealungul anticlinalelor normale ori rupte și încălecate, imbibând rocele poroase din jurul acestor dislocații. Zăcămintele bogate de petrol pot conține deci numai rocele poroase ca gresile și nisipurile slab cimentate, cari au o capacitate mare de acumulare. Dintre cele două flancuri ale dislocației cel mai bogat pare a fi (România) în totdeauna cel apucat dedesubt prin încălecare. Țările cele mai bogate în petrol sunt: Statele Unite ale Americii de Nord (Ohio, Pensilvania, și Indiana), Mexicul, Rusia (Bacu), România, Galiția, Franța (Alsacia), Borneo și Java, Egiptul și Persia, Asia Mică, America de Sud, Africa de Nord, Germania, etc.

În ceea ce privește România și Galiția, petrolul se găsește îngrămădit mai mult dealungul dislocațiunilor din regiunea Subcarpaților și a marginii externe a Carpaților, în toate rocele poroase ale formațiunilor terțiare vechi (Borislaw, Moinești, Șolont, Doftana, Mosoare); dar mai ales în nisipurile formațiunilor terțiare noi (Meotian și Dacian), cu o capacitate de acumulare mare (Câmpina, Buștenari, Băicoi—Țintea—Moreni etc.) El vine pe cale de migrațiune din stratele mai profunde ale Subcarpaților și Carpați-

lor, pe fracturile și liniile de dislocații puternice, imbibând rocele poroase ale formațiunilor. De remarcat este faptul, că petrolul se găsește în totdeauna în apropierea masivelor de sare, venind împreună din profunzimii pe aceleași dislocații, din care cauză petrolul este însoțit și de ape sărate. Legătura aceasta între petrol și sare (masive sau ape sărate) se remarcă la toate zăcămintele de petrol din lume și constituie un argument puternic pentru admiterea unei legături genetice între sare și petrol. În timpul migrațiunii, petrolul fiind silit să treacă deseori prin rocele de diferite porosități,



Fig. 51. — Un puț de petrol la Buștenari.  
(Albumul Congr. de petrol).

a suferit unele modificări, pierzând din amestecul primordial substanțele cari nu puteau filtra, operându-se astfel o fracționare naturală, asemănătoare intrucâtva cu aceea ce o suferă în mod artificial prin distilare. Din cauza aceasta avem și variațiunile, ce prezintă petrolul dela regiune la regiune și uneori chiar în aceeași regiune, ca: petrol benzinos, petrol parafinos, etc.

Petrolul se extrage din zăcămintă prin puțuri (Fig. 51), de mână sau prin sonde, cari străbat prin stratele de deasupra până la petrol. Adâncimile puțurilor și sondelor variază după regiune, însă odată ajuns în stratul de petrol, acest amestec conținând gaze multe (Metan în special) și sub presiune mare, face ca petrolul să se ridice în burlanul sondei, câteodată cu așa putere, încât coloana de păcură poate fi asvârlită la zeci și chiar sute de metri în afară, având un debit uneori de 100—200 vagoane pe zi (Fig. 52).



Când erupția încetează, petrolul se extrage cu **lingura**, un tub lung prevăzut la capătul de jos cu un ventil, ce se deschide de jos în sus. Cum între stratele cari conțin petrol, dar mai ales deasupra stratelor petrolifere, sunt și strate cu apă dulce, ori sărată, acestea trebuiesc izolate, **inchise**, în mod separat prin cimentare, ca să nu pătrundă în zăcămint și să-l distrugă, prin presiunea mare ce apa ar exercita. Din cauza aceasta sistemul de exploatare prin puturi s'a lăsat, sondele fiind mai practice pentru închiderea apelor.

În ceea ce privește originea petrolului, părerile au variat mult între origina anorganică și cea organică. Azi mai toată lumea înclină să admită, că petrolul ia naștere prin o fermentație specială a materiei organice, provenită din resturile grase ale micro-organismelor animale și vegetale. Fermentația desigur a avut loc la adăpost de aer, însă la presiuni mari, în depozitele marine, măloase, depuse în ape, după MRAZEK cu o salinitate ridicată (lagune de concentrație), prin care fermentație s'a provocat o îmbogățire a substanței organice în combinațiuni ale **Carbonului** cu **Hidrogenul** (hidrocarburi).

Importanța petrolului a crescut mult prin industrializarea produselor sale de distilare (benzina, lampantul, uleiurile minerale, parafina, reziduri), așa că azi o bună parte din mașinile de toate categoriile sunt puse în mișcare grație numai acestor produse (automobile, aeroplan, submarine, motociclete, mori, mașini de vapoare și de tren, etc.). La exploatarea rațională ale regiunilor petrolifere, nici gazele de petrol nu sunt pierdute, ele putând fi ușor captate și întrebuințate ca combustibil la motoarele uzinelor



Fig. 52. — O sondă în erupție, la Moreni, Prahova (Albumul Congres. de petrol).

electrice și la cele ce acționează sechelele de petrol. În unele regiuni, aceste gaze ies natural din pământ (Policiori și Lopătari în Buzău, Armășelul în Transilvania, la Bacău, în Rusia, etc.), și odată aprinse se sting foarte greu, formând aceea ce se numesc **focuri nestinse**. Alteori, când gazele se ivesc în regiunea izvoarelor, provoacă bolborosirea apei acestora, pe care o antrenează la suprafață împreună cu particulele de noroi, formând mici **bolboroși**, **vulcani noroși**, sau **salțe**, a căror apă este sărată de cele mai multe ori și al căror noroi, aruncat peste margini, formează prin svântare un mic con, care ia forma unui vulcan în miniatură.

De altfel cu timpul se vor întrebuința bine și apele sărate ale regiunilor petrolifere, ape cari prin conținutul lor în iod, au o importanță mare terapeutică în contra maladiilor infecțioase, cum aceasta se face azi destul de bine la Govora (Vâlcea) și la Vulcan (Dâmbovița).

Regiunile cele mai importante de petrol în România, se divid, după situația lor, în regiuni subcarpatice, cuprinse în stratele miopliocene: Bușteni-Câmpina-Pițigaia-Drăgăneasa; Tîntea-Băicoi-Bana-Moreni-Gura Ocnitei-Ochiuri; Colibași-Ocnita-Glodei; Vișinești-Vărfurile-Pucioasa-Vulcana-Pietrari; Păcurești-Matița-Apostolache; Berca-Beciu-Policiori; Sărata-Monteoru; Ceptura; Govora-Păușești-Săcel-Maghirești-Voitești-Târgu Jiu; Tescani-Câmpeni, Pârjol (Bacău), etc. etc., cari mai toate se înșiră dealungul dislocațiilor din Subcarpații Moldovei, Munteniei și Olteniei; pe când zăcămintele din Carpați sunt situate mai mult la marginea acestora dinspre Subcarpați și se înșiră pe dislocații în stratele Oligocenului și Eocenului, cum este zona Zemeș-Taslău Sărat; Lucăcești-Moinești; Solonț-Stănești; Doftana-Slănicul Moldovei; Podeu-Bogata-Pâr. Sărat; Nineasa-Par. Tudorache-Poiana Sărată; Mosoare, etc., în Bacău (Moldova). Producția totală a petrolului românesc era în 1912 aproximativ de 1.800.000 tone, cu o capacitate calorică de 10.500 calorii; în 1916, din cauza războiului ea scade la 800.000 tone, reducându-se complet după distrugerea sondelor, imediat înaintea ocupației. După război, producția reîncepe așa că în 1923, ajunge la 1.500.000 tone.

Din punctul de vedere al petrolului, Câmpia Transilvaniei nu-i de loc studiată, însă prezența gazelor naturale în așa abundență; prezența massivelor de sare numeroase cu care în Subcarpați apare petrolul într-o strânsă legătură tectonică; urmele de petrol neîndoioase ce apar la Ocna Sibiului, la Târgul Săcuilor (Odorheiu), la Cetea lângă Teiuș, pe lacul Toga între Toga și St. Gotthardt,



la Ilva Mare în districtul Bistrița-Năsăud și aceasta în direcția liniilor petrolifere dela Dragomirești, Săcele și Săliște din Maramurăș; la Jibău pe Someș, lângă Zalău, etc., precum și prezența bitumenului dela Tartaroș și Derna, lângă Oradea-Mare, bitumen care nu-i altceva decât un petrol îngroșat prin oxidare în contact cu aerul; toate aceste urme neîndoioase sunt mărturii evidente de existența petrolului și în Transilvania, și nu va trece mult poate până când cercetările științifice și explorările îndreptate în această direcție, ne vor aduce confirmarea acestor presupuneri, măbind cu mult rezerva probabilă a acestui prețios generator de energie.

**Bitumenul** este un petrol devenit vâscos pe cale de oxidațiune, care face tranziția între petrolul (țițeiul), brut și între asfalt. El apare în mod natural în zăcămintele distruse de apele de infiltrație, cari s'au găsit direct sub influența aerului atmosferic. În Asia Mică (Marea Moartă, Mesopotamia, etc.), el mijeste în mod natural. În general el înibă unele șisturi, șisturile bituminoase (șisturile cu pești din Oligocenul Carpaților), de unde se poate extrage prin distilare. Bitumenul se întrebuințează la acoperirea lemnului de construcție (bărci, vapoare, traverse), spre a-l feri de putrezire, și la fabricarea unor lacuri de dat metalelor spre a le feri de oxidare.

**Asfaltul** este un produs de oxidațiune al petrolului și când e curat și complet solidificat, se prezintă ca o masă neagră lucioasă și casantă. Asfaltul se întrebuințează mult la asfaltizarea trotoarelor și stradelor. În România asfaltul se găsește la Matia, Derna și Tartaroș (Brustur). El se poate prepara și pe cale artificială din petrol, ca ultime reziduri la distilare.

**Ozokerita sau Ceara de pământ** este un produs hidrocarbonat solid și provine prin oxidare tot din petrol și în special din hidrocarburile solide (parafină) ale acestuia. Ozokerita a purtat pe vremuri numele de **Ceară fosilă de Moldova**, ea fiind descrisă pentru prima dată de unul MEYER din Părăul Cerăria (Val. Tudorahe), afluent pe stânga al apei Slănicului din Moldova, prezentând caractere foarte asemănătoare cu acelea ale cerei de albine. Ea se întrebuințează la fabricarea lumânărilor, imitând pe cele de ceară. Cea mai cunoscută exploatare de Ozokerită este la Borisav în Galiție. S'a făcut câteva încercări de explorări și în Păr. Cerăria, dar ele sunt încă în faza începătoare și azi. Ea apare de obicei în zonele de sfărâmare tectonică ale dislocațiilor anticlinale,

umplând fisurile și porii rocilor sfărâmate, de unde se extrage prin fierbere.

**Gazele naturale.** Acest combustibil gazos, format în general de hidrocarburi gazoase, dintre cari singur metanul intră în proporție de 80—99%, se găsește acumulat în cantități mari în scoarța globului, mai rar ca zăcămintele proprii, cum se consideră cele din America-de-Nord și până acum și cele din Transilvania; de obicei însă ele sunt legate de zăcămintele de petrol.

Zăcămintele noastre de petrol conțin cantități enorme de gaze, sub presiuni ce trec de sute de atmosfere, presiune, grație căreia numai, petrolul în timpul erupțiilor este asvârlit cu putere la înălțimi considerabile.

Această bogăție care în cea mai mare parte se pierde fără vre-o întrebuințare, a început să fie utilizată în Subcarpați numai dela 1909 încoace. Și dacă modul lor de captare, direct dela sondele în cea mai mare parte în exploatare, făcea ca aceste gaze în loc să ajungă la destinație pure și cu puterea calorică de 12.000 calorii, prin amestecul cu aerul dela gura sondelor în lacărit, ajungeau cu o putere calorică de 6—7000 cal.; totuși prin utilizarea lor la motoarele cu explozie întrebuințate în schele, la încălzitul cazanelor cu vapori, la atelierele de fierărie și la procurarea electricității (Uzinele dela Câmpina), societățile petrolifere au realizat în 1911 o economie la combustibil de peste un milion de lei (Ing. TANĂSESCU).

Ce economie enormă de combustibil nu s'ar realiza, mai ales cu cărbunii ce se aduc din străinătate pentru fabricarea gazului de iluminat, acum când lemnele devin din ce în ce mai rari și cărbunii mai scumpi, dacă s'ar capta toate aceste gaze, cari azi se pierd fără vre-o întrebuințare? Toate orașele din regiunea dealurilor și dela marginea câmpiei n'ar mai avea nevoie decât rar de alt combustibil și de alt generator de lumină.

Afară de aceasta, gazele de petrol mai conțin întotdeauna și ușoare cantități de gazolină, cari s'ar putea separa cu ușurință prin comprimare la 7—8 atmosfere presiune, cum se face în America, unde se scot 50 litri de fiecare sută de m<sup>3</sup> de gaz comprimat.

Din punctul de vedere al gazelor naturale, Câmpia Transilvaniei se arată a fi foarte bogată. Aci în urma unor sondaje puse de statul maghiar în 1908, la Sărmășel, căutând după săruri de potasiu, au descoperit existența unor puternice zăcămintele de gaz natural, compus aproape numai din metan (99,25%).



De atunci s'au făcut explorări și în alte părți, în general dealungul aceleiaș cute anticlinale, cu rezultate foarte frumoase; pe baza utilizării și industrializării cărora, s'au constituit puternice societăți.

Exploatări se fac azi la Sărmășel, Șamșud, Basna, Șaroșul-unguresc, Mediaș, Copșa Mică, etc., cu o producție zilnică (1923) de 4500 m<sup>3</sup> din care numai 15% au fost utilizați de industrie (Publ. Minist. Industriei).

În total există azi :

La Sărmășel,	10 sonde cu o producție zilnică totală	1.800.000 m <sup>3</sup> .
„ Șamșud,	3 „ „ „ „ „	300.000 „
„ Basna,	1 „ „ „ „ „	120.000 „
„ Șaroșul-ung.	12 „ „ „ „ „	1.500.000 „
„ Copșa-Mică,	2 „ „ „ „ „	80.000 „
„ Zau,	1 „ „ „ „ „	80.000 „

Cu un total de 3.800.000 m<sup>3</sup>.

Aceste gaze în bună parte captate sistematic, deservesc azi unele orașe și unele industrii, cum este Turda (încălzit cu luminat) cu toate fabricile sale și Săn-Mărtinul cu uzinele de carbid și fabrica de îngrășăminte chimice.

După calculele socotite numai pentru cele 46 de bolte anticlinale scurte (domi), cari au fost luate în considerație, rezerva de gaze în aceste bolte s'a evaluat la 72 miliarde m<sup>3</sup>.

Având în vedere însă, că ivirile de gaze naturale apar în tot cuprinsul Câmpiei Transilvaniei, unde după ultimile studii se găsesc numeroase zone anticlinale gătuite în bolte scurte ce o străbat dela Nord la Sud; având în vedere că sondajele actuale n'au explorat decât o foarte mică parte din grosimea stratelor (100—300 m.) ce, de sigur, sunt capabile să le aibă înmagazinate; rezerva probabilă a acestor gaze, pentru Câmpia Transilvaniei, se poate evalua fără exagerare la minimum de 8 ori atât.

Și ținând seamă de numărul cel mare de calorii ce ele conține (pe m<sup>3</sup>); de ușurința cu care ele pot fi transportate dela locul de extragere, prin o simplă conductă-metalică, până la locul de consumare; de enorma cantitate de combustibil cărbune și lemn ce ele ne-ar economisi prin introducerea lor în centrele și localitățile importante ca populație și industrie; ținând seamă apoi de industriile noi, ce se pot crea pe baza întrebuințării lor pe o scară mai mare și în mod rațional, ca: industria chimică, mecanică și cea ceramică; ne putem da seama ușor de valoarea acestei bogății pentru dezvoltarea economică viitoare a României. Exploatări se fac azi și în Subcarpați (Aricești).

**Succinul sau Chihlibarul.** Alăturăm aici și Succinul, deși n'are legătură cu petrolul, el fiind o rășină (de Pin și Brad) fosilă (C, H; și O). Acest mineral este galben frumos sau pătat, mai rar negricios cu reflexe albastrii (Buzău); este foarte casant; se topește ușor; arde cu fum și miros plăcut, și lucrat, din el se fac obiecte de artă, ca: mărgelile, mătânii, țigarete, etc. Cea mai renumită regiune pentru chihlibar este țărmul Mării Baltice, lângă Königsberg. La noi se găsește în Oligocenul din Buzău (Valea Sibicului), dela Dobrin în Neamțu și dela Olănești (Vâlcea). În Chihlibar nu rare ori se găsesc conservate admirabil, insecte și resturi de plante fosile.

**Locul, modul și felul formării rocilor sedimentare. — Faciesuri.**

Din descrierea rocilor sedimentare, s'a putut vedea, că aceste roce pot lua naștere fie direct pe uscat, cum sunt sfărâmurile, grohotișurile și rocile eoliene, datorite intemperiilor și vânturilor; fie în apele de pe uscat, ca râuri, fluvii, mlaștini, lacuri și ghietați; depozite pe cari le însumăm pe toate sub denumirea de **formațiuni continentale**. Cele mai numeroase depozite sedimentare sunt însă **formațiunile marine**, mările și oceanele constituind cele mai importante bazine de sedimentare. Toate rocile sedimentare depuse în ape, fie că acestea au fost continentale, sau că au fost marine, ele s'au așezat mai mult sau mai puțin **orizontal** și la fiecare sedimentare nouă elementele lor constitutive s'au așezat în strate, strate, după greutatea lor specifică, cea ce dă acestor roce aspectul **stratificat** atât de caracteristic. Excepție fac depozitele torențiale și cele de deltă, cari au o structură încrucișată diagonal și o poziție oblică.

Felul rocilor sedimentare variază nu numai cu origina lor, ci și cu locul sedimentării. Astfel, în acelaș interval de timp, altfel de roce se depun către țărmul mării și altfel în regiunile mai adânci. Tot astfel diferă cele ce se depun în lagune, de cele din estuare și din râuri. Felul de a fi al rocilor după locul și condițiunile de sedimentare se numește **facies petrografic** sau **litologic**. Și cum condițiunile mediului am văzut că influențează mult și răspândirea formelor de animale și de vegetale, cari au trăit în timpul când s'au depus aceste roce, totalitatea resturilor de forme de animale și de vegetale — **fosile** — ce se găsesc în rocile sedimentare, constituie **faciesul paleontologic**, caracteristic pentru condițiunile de viață ale mediului, în care s'a făcut sedimentarea. Unindu-le pe amândouă aceste caracteristici ale rocilor sedimentare, numim



**facies geologic** al unei formațiuni, totalitatea caracterelor petrografice și paleontologice ce ea prezintă într'un punct anumit. De multe ori același facies prezintă aceleași caractere pe distanțe mari și chiar în deosebite puncte din scoarța globului și atunci se numesc **faciesuri isopice**; alteori, deși deodată sedimentate, adică **sincronice**, faciesurile pot prezenta deosebiri mari pe distanțe foarte mici și în cazul acesta le numim **faciesuri heteropice**. În cazul acesta paralelizarea diferitelor faciesuri heteropice nu se poate face decât având în vedere numai **fosilele caracteristice**, cari se găsesc răspândite în toate depozitele sincronice.

În general fosilele caracteristice, după cum vom vedea mai târziu, provin din resturile de animale și de plante, cu o putere de răspândire geografică mare, însă cu o durată de viață scurtă; sau dacă trăiește mai mult timp, să prezinte caractere evolutive bine distincte, cum sunt: *Graptoliții*, *Trilobiții*, *Amonii*, *Numuliții*, *Mamiferele*, dintre animale; căci formele de viață ce nu se întâlnesc decât într'un facies geologic anumit, acelea sunt foarte importante pentru acest facies local, dar nu ne pot ajuta cu nimic la paralelizarea pe distanțe mari a depozitelor sincronice și heteropice.

Considerate din aceste puncte de vedere, distingem, în sedimente următoarele faciesuri:

**Între formațiunile continentale:** *faciesuri coliene* (dune și löss); *faciesuri glaciale* (pietrișuri de morene); *faciesuri eluviale*, formate pe loc, luturi, soluri, laterită, grohotișuri; *faciesuri aluviale*, transportate prin ape, prundișurile, nisipurile și măturile râurilor, și *faciesuri lacustre*, depozite de lacuri cu amestecuri de faună și floră de apă dulce și de uscat.

**Între formațiunile marine:** avem de distins trei faciesuri principale (Fig. 53): *faciesul neritic*, format de pietrișurile și nisipurile cu puține mături și cu faună și flora caracteristică a zonei bionomice neritice, cuprinzând aci și calcarele recifale. *Faciesul neritic* prezintă în zona litorală variațiuni numeroase ca: *faciesul lagunar*, depus în lagune cu salinitatea crescută prin concentrație; *faciesul salmastru*, cu depozite de lagune indulate și *faciesul de deltă*, cu un amestec de faună de apă dulce și marină și chiar terestră. În general *faciesul neritic*, depus în apele de țărni până la 200 m. adâncime, cât ține sochul continental, este mult influențat de natura rocilor acestui soclu, din care cauză și

rocele sale sunt: *conglomeratice-grezoase* în regiunea vecină țărniului și *grezoase-măloase (vazoase)* sau *calcaroase* în părțile mai adânci sau lângă țărmurile nestâncoase și măloase. În el s'a păstrat pe lângă o variată faună și floră fosilă și urmele valurilor, ca și impresiile pașilor animalelor litorale (păsări, broaște țestoase) ori galeriile săpate în mărul fundului de animalele limicole.

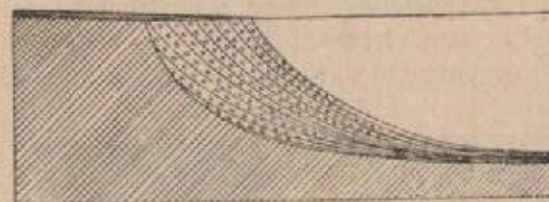


Fig. 53. — Schița Faciesurilor. (Depozitele sunt mai groase și mai grosolane către țărm, devenind mai fine și mai subțiri către interior).

Grosimea straturilor neritice în general nu e mare, dar variațiunile petrografice ce ele prezintă, în legătură cu natura rocilor țărniului și cu aportul râurilor, sunt foarte mari. Ele pot prezenta

intreruperi sau *lacune* în sedimentare, lacune ce stau însă în strânsă legătură cu oscilațiunile limitelor între apă și uscat. Geologicește vorbind, aceste formațiuni n'au fost întotdeauna complet conservate, cele litorale fiind ușor distruse prin eroziune.

La adâncimile cuprinse între 200 și 1000 metri, avem *faciesul bathial*, în care depozitele vazoase (măloase) predomină în mod uniform și au cea mai mare răspândire și uniformitate geografică, ca și cea mai completă continuitate în sedimentare; variațiunile de țărm neatingând de cât în caz excepțional această zonă. În acest facies predomină gresii fine argiloase, șisturi, argile, marne, calcare compacte, crêta, etc., care în general constituiesc marea majoritate a formațiunilor geologice, ce ni s'au conservat aproape în întregime. Fauna regiunilor bathiale este mult mai bogată, atât ca indivizi cât și ca forme de animale; planctonul producând o hrană abundentă bentonului, așa că și resturile fosile din rocele bathiale sunt deasemenea numeroase. Depozitele sedimentare provenind direct din distrugerea uscatului, nu trec mai departe de regiunile bathiale.

*Faciesurile abisale*, de adâncimi mari, sunt formate numai din resturile scheletice ale animalelor pelagice, cari formează un măr lin calcaros sau silicios, după natura acestor resturi; puțin gros însă și ocupând cele mai mari întinderi din suprafața fundului oceanului, rare ori amestecat cu puțin praf adus de vânturi. Constituția acestor sedimente, după cât se cunoște mările și oceanele actuale, variază și cu profunzimea, dar mai ales cu latitudinea.



Astfel, între 700 și 5000 metri, fundul apelor marine calde este acoperit de un măl de resturi de *Globigerine* și de *Pteropode* (cu 30—90% calcar); pe când în oceanele polare acesta trece la un măl de *Diatomee* (cu 20—90% silice).

Pe fundul adâncimilor ce trec de 4000 metri din Oceanul Indian și din cel Pacific, se găsește un măl fin, feruginos, roșu, lipsit de calcar, provenit în general din alterarea proiecțiilor vulcanice fine (cenușe) și în care se găsesc amestecate resturi de *Radiolari*, care-i ridică conținutul în silice la peste 20%. (Fig. 54).

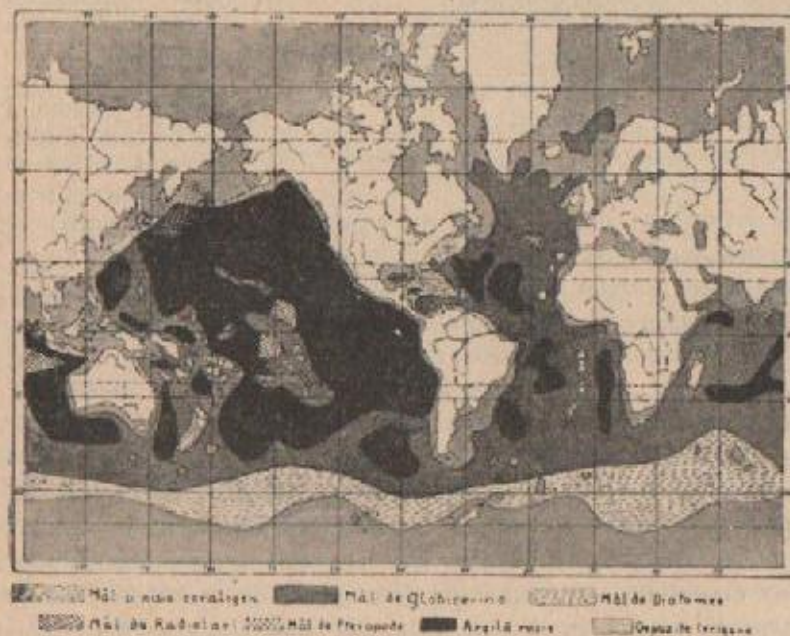


Fig. 54. — Faciesurile mărilor și oceanelor actuale, (după Haug).

Formațiuni geologice corespunzătoare faciesului actual abisal, se cunosc foarte puțin, fie că ele nu ne sunt descoperite, fie că au suferit adânci metamorfozări.

Trecerea de la un facies heteropie la altul se face de obicei în mod gradat, însă din cauza că la diferite epoci unele înaintază mai mult, altele mai puțin, considerate în toată grosimea lor, linia de separare apare frântă în zig-zag strâns, prin pătrunderea în formă de pană a unui facies în celălalt.

Formațiunile marine litorale fiind în general mai toate distruse prin eroziunile ulterioare, ea și formațiunile continentale; iar cele

abisale lipsind aproape cu totul, Geologia n'are la îndemână de studiat, dintre aceste faciesuri, decât pe cele neritice și pe cele bathiale.



Fig. 55. — Schema depozitelor unui geosinclinal (după Haug); 1—10 variațiunile adâncirilor prin umplere.

formă pe întinderi extraordinar de mari, ating câte odată mii de metri grosime. Aceste depozite ca să se sedimenteze a trebuit ca apele mărilor să fi fost adunate, ca oceanele și mărele actuale, în depresiuni mari, cuprinse între mase continentale rigide depresiuni numite *geosinclinale*. Și spre a ne putea explica uniformitatea mare de facies petrografic, ce unele depozite bathiale prezintă, nu numai în întindere dar mai ales în grosime, s'a admis că pe măsură ce depresiunea era umplută cu sedimente, pe aceeaș măsură, ea se scufundă, astfel că apele păstrau în general aceeaș adâncime; căci numai în cazul acesta uniformitatea faciesului geologic s'ar fi putut păstra pe grosimi de mii de metri (Fig. 55).



Fig. 56. — Schema unui geosinclinal dedublat printr'un geanticlinal (după Haug). Partea punctată reprezintă depozite de adâncimi mai mici.

În opoziție cu noțiunea de geosinclinal, s'a numit *geanticlinal*, orice ridicătură mare în scoarța globului, în formă de spinare convexă, cam cum s'ar prezenta creasta submarină, ce împarte în două jumătăți regiunile abisale actuale ale Oceanului Atlantic. (Fig. 56).

Din studiul răspândirii geografice a diferitelor faciesuri din scoarța globului, reeșă constatarea foarte importantă, că actualele *catene de munți se găsesc așezate pe locul vechilor geosinclinale*. Astfel, Alpii, Carpații, Himalaia, etc., ridică la mii de metri altitudine depozitele geosinclinalului din Mezozoic și din Terțiarul vechi; axul munților actuali coincidând, aproximativ, cu axul geosinclinalului cretacic-paleogen.

Din acest studiu mai reese constatarea, că depozitele neritice, suportate în general de soclul continental și astfel intim legat



de uscatul ce forma ţarmul apelor geosinclinalului, au fost mai slab cutate decât depozitele bathiale, cari, apucate între masele continentale, au suferit dislocări puternice.

Din aceste constatări se poate conchide deci, că dacă regiunile muntoase reprezintă zone de îngrămădire ale rocilor, dealungul regiunilor de slabă rezistenţă din scoarţa globului, atunci geosinclinalele cu formaţiunile lor noi şi încă neîntărite, înfrunesc tocmai condiţiunile unor astfel de regiuni; iar îngrămădirea şi cutarea depozitelor geosinclinalului, se datoreşte jocului maselor continentale, cari le-au strivit între cele două carapace tari şi rezistente ale uscaturilor ca între două fălci ale unui cleşte enorm.

## GEOLOGIA TECTONICĂ.

### STRUCTURA SCOARȚEI GLOBULUI.

#### 5. Dislocările stratelor.

Exceptând depozitele noi şi cele actuale, sunt rari cazurile când întâlnim în scoarţa globului strate de roce sedimentare, care să-şi fi păstrat poziţia lor orizontală primordiale (Fig. 57). În general ele apar **dislocate** din poziţia lor primitivă (Fig. 58), şi pentru a ne da seama pe

distanţe mari de felul dislocării suferite şi de gradul de intensitate cu care au fost dislocate, fie care ivire de strate trebuieşte cercetată în parte şi în detaliu, notând pe o hartă topografică de detaliu, la o scară mică; 1:20.000 cel mult 1:50.000, atât direcţia stratelor, cât şi înclinările dislocaţiunilor într-o regiune mai întinsă oarecare.



Fig. 57. — Strate orizontale. Mediteraniul de la Bezdeanu, Dâmbovița. (Voitești).



Fig. 58. — Strate dislocate vertical, în dealul Cetățuia, la Homericu pe Teleajen (Voitești).

este în totdeauna perpendiculară pe direcție și, după cum înclină și stratele, ea poate să fie îndreptată de o parte sau de alta a direcției stratelor. Astfel, la strate a căror direcție este N—S, înclinarea nu poate fi decât ori spre E, ori spre W.

Semnul întrebuintat pe hărțile geologice pentru însemnarea acestor date, este o linie mai lungă, orientată exact în direcția stra-

telor în punctul considerat pe hartă; pe care tragem, perpendicular (de o parte sau de altă), o linie mai scurtă, cu o săgeată la vârf, care arată direcția înclinării în spațiu și lângă care punem un număr — numărul de grade al unghiului înclinării (v. Fig. 59, sus).

Prin **direcția** unui strat înțelegem linia orizontală ce urmărește în spațiu, intersecția planului stratului cu planul orizontului locului. Această direcție poate corespunde cu una din direcțiile punctelor cardinale, sau cu intermediarele lor, ca: N—S, E—W, NE—SW—sau N10° W—S10° E, etc., (Fig. 59).

Prin **înclinare** înțelegem unghiul ce-l face linia de cea mai mare parte a suprafeței stratului cu orizontul, unghi care poate varia de la 0° când stratele sunt perfect **orizontale**, până la 90° când stratele sunt **verticale**, sau în **picloare**. Această linie de pantă — înclinarea —

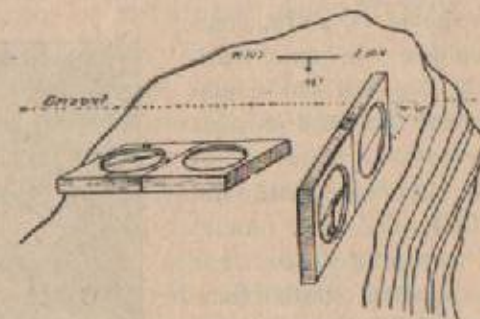


Fig. 59. — Măsurarea direcției și înclinării stratelor cu busola geologică.



Aceste date se măsoară pe teren cu busole speciale, cu contur exterior dreptunghiular, care ne ajută la măsurarea direcției în spațiu, și cu un indicator mobil pe axul acului magnetic, cu care se măsoară pe cercul gradat, gradul înclinării stratele. Pentru aflarea direcției, busola se așează cu latura cea lungă, orizontal, pe suprafața stratului, pe când pentru aflarea înclinării busola se așează pe strat în planul vertical.

Considerate în total, dislocările suferite de stratele rocilor sedimentare se așează în două mari categorii; cutări de strate și fracturi de strate. Toate aceste dislocări sunt considerate ca o consecință naturală a contracțiunii masei globului terestru, datorită la rândul ei pierderii treptate a căldurii sale centrale în spațiul interplanetar și deci cu un cuvânt gravitațiunii. Însă, pe când cutările sunt cauzate de deslănțuirea forțelor tangențiale, născute din nevoia de îngrămădire laterală a maselor de roce, care tind în virtutea gravitațiunii a se apropia de centru; fracturile sau faliile sunt datorite mișcărilor pe verticală, ce unele porțiuni din scoarța terestră execută, când forțele tangențiale încetează de a mai fi active, deci fără îngrămădiri laterale. Cu studiul fenomenelor acestora, numite fenomene tectonice, se ocupă o parte specială a geologiei, numită Geologia tectonică; iar forțele ce le dau naștere, se numesc forțe orogenetice.

### Cutările de strate.

Cea mai simplă formă de dislocație, ce stratele pot prezenta, este încetirea lor în cute simple, care dacă se prezintă cu convexitatea în afară, poartă numele de cută anticlinală (Fig. 60) sau simplu anticlinal; iar când prezintă concavitatea în afară se numește cută sinclinală sau sinclinal (Fig. 61). Astfel vom constata că, în zona unui anticlinal, stratele flancurilor înclină dela linia de creastă în sens opus, pe când, în sinclinale, acestea înclină de o parte și de alta spre fundul său. Prin flancuri înțelegem laturile cutelor anticlinale și sinclinale, care în primul caz înclină în

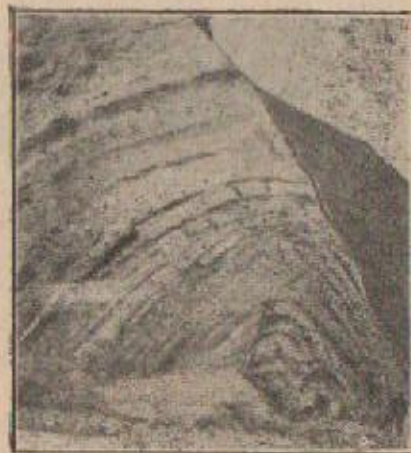


Fig. 60 — Anticlinal în stratele cu gips ale Mediteraneanului din Valea Teleajenului, la Homoriciu (Voitești).

afară de linia de îndoire a creastei, în al doilea caz converg către linia de îndoire a fundului. Dacă unim linia de creastă sau linia de fund a tuturor stratelor din cută printr'un plan, avem planul axial, al anticlinalului (Pa) și acela al sinclinalului (Ps); iar intersecția acestor planuri cu orizontul se înscrie pe teren cu o linie numită axul anticlinalului (aa.) sau al sinclinalului (as.). Se înțelege dela sine, că atât planul axial cât și axul cutelor nu pot fi totdeauna drepte, fiindcă nu toate stratele sunt cutate egal și în aceeași direcție în spațiu.

Deasemenea putem să ne închipuim ușor că, în natură unele cute se prezintă simple, încrêțiturile fiind simple, însă pot fi și compușe, când boltele mari anticlinale și fundurile largi sinclinale sunt complicate prin încrêțituri secundare (Fig. 62). Cele mai frumoase exemple de secțiuni instructive în privința cutelor,

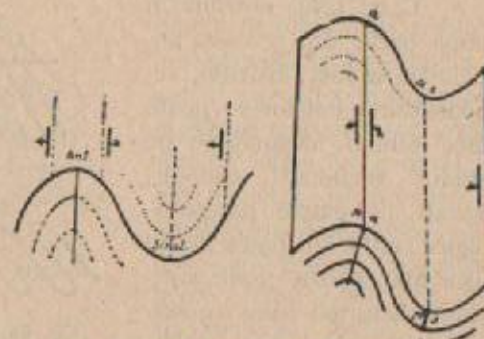


Fig. 61. — Anticlinal și Sinclinal.

ni-l oferă cursul văilor transversale munților, care ne prezintă secțiuni naturale pe ambele lor maluri, cum sunt mai toate văile regiunilor noastre carpatice.

În aceste tăieturi putem vedea toate variațiunile ce o cută prezintă cu privire la înclinarea flancurilor, la grosimile lor, ea și la poziția în spațiu a întregii cute.

Astfel putem observa: anticlinale drepte sau normale, având planul axial vertical și cele două flancuri cu înclinări egale; anticlinale înclinate, cu planul axial înclinat într-o parte, cele două flancuri având înclinări neegale; cute anticlinale culcate, când planul axial și flancurile sunt culcate orizontal, și în fine anticlinale răsturnate, când creasta anticlinală, prin culcare, trece din jos de planul orizontal (Fig. 63).

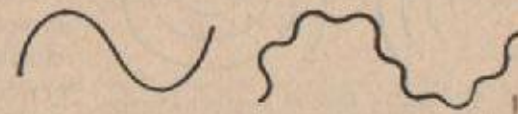


Fig. 62. — Cută simplă, cută compusă.



Afară de cele normale, în care flancurile au o poziție simetrică, la toate celelalte forme de anticlinale, flancurile se deosebesc mult între ele și

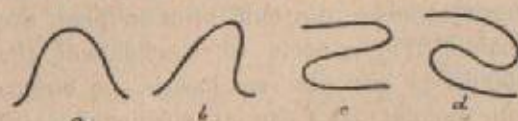


Fig. 63. — Anticlinale diferite (a=drept; b=înclinat; c=culcat și d=răsturnat).

teea cărui s'a făcut înclinarea, culcarea, sau răsturnarea, și în care poziția stratelor apare inversată, **flanc invers**.

Când prin eroziune o bună parte din creasta anticlinală a fost distrusă, reconstituirea cutelor se poate face numai bazându-ne pe studiul vechimei stratelor, bazați pe datele paleontologice; altfel am putea foarte ușor lua creasta unui anticlinal răsturnat drept un sinclinal. În inima unui sinclinal însă vom găsi strate

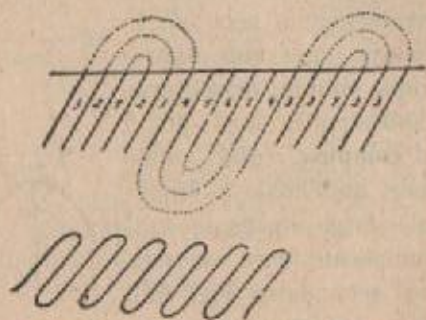


Fig. 64. — Cute isoclinale, sus rătăzate prin eroziune, jos schematizate. (1-6 succesiunea stratelor).

din ce în ce mai noi, iar nu mai vechi, cum găsim în inima unui anticlinal (Fig. 64.)

Considerate în general, flancurile acestor cute fac în totdeauna un unghi deschis în jos la anticlinale și în sus la sinclinale, afară de cutoile răsturnate, în care deschiderea este în sens invers. De multe ori însă, când presiunile laterale au fost puternice, cele două flancuri se apropie, astfel că ele devin paralele, în care caz

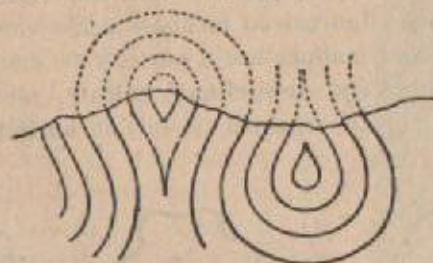


Fig. 65. — Cute în evantai, cu sămburele gâtuit.

decât la cutoile normale (cutele Oligocenului din Vf. Romei, Buzău

cutele se numesc **izoclinale**. Când însă aceste presiuni se exercită puternic și în mod neegal asupra cutoii, provocând o gâtuire mai mult sau mai puțin completă a sămburelui ei, poziția stratelor atât în sinclinale cât și în anticlinale este în **evantai** (Fig. 65); iar unghiul lor de deschidere este invers

și de pe Valea Oituzului). Din cauză că forțele tangențiale care provoacă cutările nenormale, nu se manifestă în totdeauna în mod egal, față de cele două flancuri ale unui anticlinal, unul din acestea, cel **invers** în tot cazul, poate să fie redus, prin strivire, întindere, laminare, sau rupere, până la dispariție completă. Pe locul său se găsește atunci o **ruptură**, sau o **falie**, mai mult sau mai puțin paralelă cu planul axial al cutoii anticlinale;

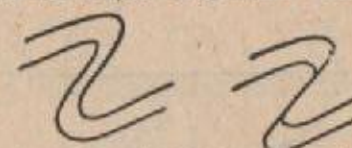


Fig. 66. — Anticlinal cu flancul invers, laminat (stânga) rupt și încălecat (dreapta).



Fig. 67. — Pânze de supracutare din Alpi.

dealungul căreia apare o brechie de sfărâmare a rocilor flancului distrus, din care, pe ici pe colea, ies la iveală și resturi în bucăți mai mari numite **clipe**. În general în cazul acesta se produce și **încălecare** rocilor mai vechi ale sămburelui anticlinal, peste rocile mai noi ale sinclinalului vecin, cutoile

prezentând o structură **îmbricată** în solzi care încăleacă unul peste altii (Fig. 66).

Când fenomenul tectonic ia o dezvoltare mare și în special în cazul când cutoile culcate iau proporții gigantice, pecum și în cazul cutoilor cu flancul invers laminat și redus; încălecarile se fac pe distanțe mari, de mai mulți kilometri, formând ceea ce se numesc **pânze de încălecare**; datorite, în primul caz, unei **supracutări** (Fig. 67), iar în al doilea caz unei **subîmpingeri** sau **supraîmpingeri**, după cum forțele tangențiale active s'au manifestat dintr-o direcție sau din alta (Fig. 68).

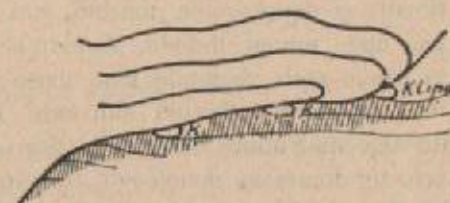


Fig. 68. — Pânză de subîmpingere, din Carpați (K = clipe de gâluire pe linia de încălecare).

Când o pânză de încălecare este păstrată complet, îi distingem două (tați), una în regiunea de **rădăcină** de unde ia naștere și una în regiunea **îndoiturii frontale**.



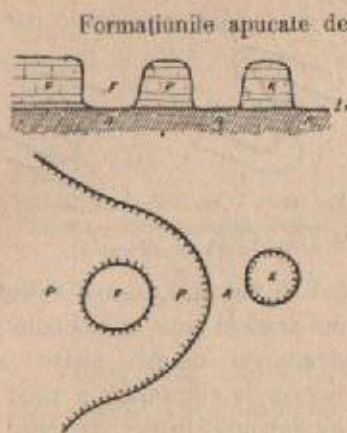


Fig. 69. — Reprezentarea fenomenelor de încălecare, de profil (sus) și în proiecție orizontală pe hartă (jos).

P = pânză, K = clipe, F = fereastră, A = autohtonul.

dire pe suprafața de încălecare între pânză și autohtonul ei. Pe o hartă, linia de contact anormal între pânză și autohton, o însemnăm cu o linie groasă cu dințături în partea pânzei; tot astfel și conturul ferestrelor și al clipeilor, doar că în primul caz (ferestre), dințaturile sunt în afară, pe când în al doilea caz (clipe) ele sunt spre interiorul conturului geologic (Fig. 69). Alpii și Carpații sunt regiuni clasice pentru toate aceste fenomene tectonice.

În general la limita dintre regiunile muntoase (cutate) și cele de câmpie (necutate), ca și la limita dintre continente și depresiunile marine, stratele apar numai îndoit, lăsându-se în trepte spre regiunile mai joase; îndoituri numite **flexuri** sau **cute monoclinale** (Fig. 70) și cari de cele mai multe ori trec la linii de fracturi. Între regiunile propriu-zis cutate și zonele de trecere prin flexuri, în Subcarpați și în Câmpia Transilvaniei, apar o serie de cute speciale numite **cute diapire** sau de **străpungere**; al căror sămbure, sub presiune, străpunge treptat grosimea stratelor acoperitoare, până ce, de multe ori, le **străpunge** complet (MRAZEC). Cutele diapire pot fi și ele **normale**, **aplegate** și **încălecate** (Fig. 71). Astfel de cute diapire caracterizează în special regiunile mio-pliocenice din Subcarpații Munteniei și Câmpia Transilvaniei. Cauzele cari determină diapi-

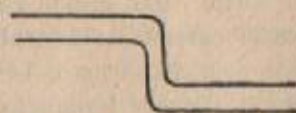


Fig. 70. — Flexura de la marginea Subcarpaților Munteniei.

rismul acestor cute, este prezentă în inima anticlinalului a unor roce **străine** de stratele învelitoare, cum sunt **masivele de sare**, cari își fac apariția pe dislocații destul de puternice și cari silite de forțele tectonice, ies în afară, sub formă de pene lenticulare uriașe, și ridică stratele de deasupra lor în bolte anticlinale diapire, pe cari de cele mai multe ori le străpung. Așa

dar în aceste cute stratele boltei sunt mai mult sau mai puțin pasive, numai **pana diapiră** a sămburelui, **formată din roce străine** de acelea ale boltei, este **activă** în îndeplinirea fenomenului. Fenomenul diapirismului se observă și în Carpați și cu aceleași caractere tectonice, pe toate liniile de dislocație pe cari apar masive de sare în sămburele anticlinalului.

În fine în platformele vechi (Pl. Podolică) se observă, niște cute (anticlinale), în formă de acoperiș larg, pe cari le numim **cute tectiforme** (MRAZEC), a căror axă este faliată și dela care înclină ușor cele două flancuri (anticlinale).

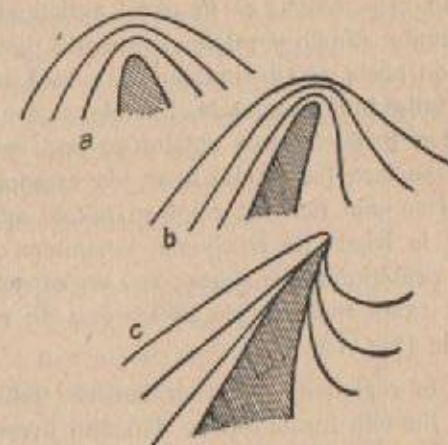


Fig. 71. — Cute diapire (a = dreaptă, b = înclinată, c = cu sămburele străpuns și încălecat); după Mrazec.

### Studiul cutelor în suprafață.

Până aci am studiat cutele în secțiuni transversale, să vedem acum cum se prezintă ele pe suprafață în întinderea lor.

Pentru a urmări mersul unei cute sau al unui sistem de cute în lungime, aceasta nu se poate face decât cu ajutorul unei bune hărți topografice, pe care să însemnăm toate datele stratigrafice și tectonice observate pe teren.

Coordonând toate aceste date între ele și colorând cu colori deosebite diferitele formațiuni geologice ce iau parte la cutare,



putem ușor vedea, că în cazul anticlinalelor normale, limitele formațiunilor rămân paralele și la egală distanță de axul anticlinalului sau de acela al sinclinalului; iar dacă aceste axe prezintă cotituri sau inflexiuni orizontale, limitele urmează și ele aceste inflexiuni. Imediat însă ce axele cutelor se lasă sau se ridică pe verticală, când se lasă (scufundă) apar, de exemplu la anticlinale, strate din ce în ce mai noi, iar când se ridică, apar strate din ce în ce mai vechi la iveală (la sinclinale, fenomenul este invers); așa că limitele formațiunilor se unesc sau se separă mai mult, marcând pe hartă exact regiunile de lăsare sau de ridicare ale creștelor anticlinale (Fig. 72).

În regiunea cutelor asimetrice, inclinate, culcate sau încălcate, limitele formațiunilor flancului invers, apar din ce în ce mai apropiate, datorită proiecției stratelor, cari au înclinări din ce în ce mai mari și mai apropiate de verticală; iar când acest flanc este complet redus, toate aceste limite se unesc într-o singură linie — linia de falie — ce însemnează traseul **rupturei** flancului (Fig. 73).

**Forma cutelor.** — Considerate în lungul lor, unele cute pot să intereseze regiuni pe lungimi de kilometri (lanțuri de munți), altele însă rămân scurte, așa că limitele formațiunilor desemnează curbe eliptice închise — **brachianticlinale** și **brachisinclinale** — sau curbe rotunde — **domuri** și **cuvete** sau **albii** — cum se întâlnesc des în Subcarpații Munteniei, dar mai ales în Basinel Transilvaniei, și în sudul Rusiei.

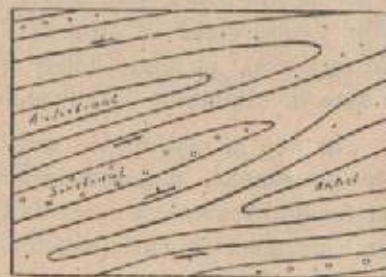


Fig. 72. — Anticlinale și sinclinale drepte (cu flancuri egale), văzute în proiecție orizontală (după Haug).

**Raportul între cute sau între sisteme de cute.** — Deasemenea două cute anticlinale sau două sisteme mai mari de cute, pot fi paralele între ele, pot să se apropie și chiar pot să se depărteze sau să se apropie și chiar pot să se contopească în una singură; după cum de altfel un sistem de cute poate să prezinte și ramificații (Alpii, Himalaia). Când însă într-o regiune găsim două sau mai multe

sisteme de cute, cel mai nou sau se suprapune, măbind amplitudinea cutelor vechi (Dobrogea nordică), ori se juxtapune celor mai vechi, ocupând regiunile externe (Munții Carpați). Pot însă să se și întretaie sub un unghi oarecare, cel mai vechi fiind în cazul acesta mai șters ca cel nou, care imprimă regiunii caracterul său tectonic; iar punctele de întretăiere sunt în general marcate prin fracturi și falii cu încălecări (Munții Dobrogei nordice față de Carpați).

Astfel, Carpații se revărsă peste prelungirea cutelor Dobrogei și Sudeților, iar în masa lor găsim cuturile miocenice ale Flișului suprapuse celor din Cretacicul mediu (Cristalinul); pe când în Subcarpați și mai ales în cei dintre Dâmbovița și Bacău, cuturile postpliocenice întretaie sub un unghi ascuțit pe cele miocenice, ceea ce dă aspectul caracteristic ca de mare agitație, ce această regiune prezintă mai ales între Dâmbovița și Buzău.

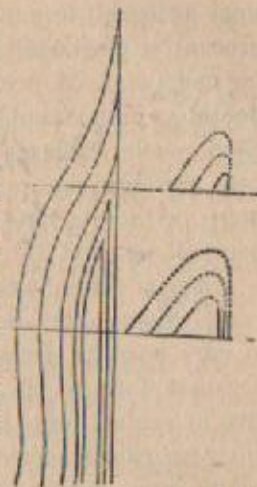


Fig. 73. — Anticlinale asimetrică, văzută în proiecție orizontală și în secțiune transversală (după Haug).

Pe traiectul unui sistem regional de cute — lanțuri de munți — se pot găsi și întreruperi și acestea pot să se manifeste pe nesimțite, prin scufundarea treptată în profunzime a cutelor, cum este capătul oriental al Balcanului, care dispare treptat sub depresiunea Mării Negre; ori brusc, prin scufundări mărginite de fracturi, cum este capătul munților Dobrogei înspre Câmpia Română și Carpați, și regiunea de racordare a Alpilor cu Carpații, întreruperea fiind aci făcută de depresiunea Basinel miocenice al Vienei.

Cutele unui sistem de munți, considerate transversal, rar dacă apar așezate simetrice de o parte și de alta a axului principal al munților; în cele mai multe cazuri, cutoarele toate prezintă o revărsare cu încălecare peste zonele de scufundare din fața lor. Astfel cutoarele Alpilor și Carpaților se revărsă și încălecă peste regiunile din afara lor, atât **regiunea din față**<sup>1)</sup> cât și **regiunea din spate**<sup>2)</sup> formând zone tectonice deosebite de zona cutată a munților.

<sup>1)</sup> Avant-pays = Vorland.

<sup>2)</sup> Arrière-pays = Hinterland.



**Raportul între cute și natura rocilor.** — În studiul diferitelor feluri de cute am făcut abstracție de natura rocilor, ca și când toate ar fi fost omogene și egal de plastice. În natură însă cazul acesta se întâlnește foarte rar, astfel că nu numai dela o formațiune geologică la alta găsim variațiuni în grosimea, rezistența și plasticitate rocilor componente; dar chiar în interiorul unei aceleiași formațiuni, găsim faciesuri heteropice de diferite grosimi și plasticități și deci de diferite rezistențe. Și nu-i greu să ne închipuim, că fiecare dintre ele în timpul cutărilor se comportă deosebit, influențând mult felul de a se cuta regiunea. Astfel pe când rocele argiloase și cele sistoase se cuzionează ușor și intens; cele gresoase și cele calcareoase formează cute cu amplitudini mai mari, ori aceste cute se rup, trecând în solzi imbricați ce se acoper unii pe alții. De multe ori se observă în însăși steva de strate a aceleiași formațiuni, diferențe în intensitățile de cuture, cum e cazul Oligocenului din marginea externă a Carpaților Moldovei, în care baza sa sistoasă este mai intens cutată decât partea superioară, formată de gresie în bănci masive. Această gresie exercită în același timp și o **apăsare**, o **îngreunare** a strateror de bază, din care cauză acestea neputând scăpa de înclăștare, se cuzionează adânc prin îngrămădire pe loc, ori se revarsă prin încălecări peste marginile fracturilor ce le separă de zonele cutate vecine (între Târgu-Oena și Mosoare, pe malul stâng al Trotușului). În general vorbind, stratele mai subțiri, ca și cele mai puțin rezistente, sunt acele cari se cuzionează mai ușor și prezența lor determină în totdeauna și poziția **zonelor de slabă rezistență** în scoarța globului. Și cum am spus, fiindcă geosinclinalele umplute cu rocenoi, neconsolidate bine încă, au constituit cele mai proprii regiuni pentru cuture, prin puțină rezistență ce aceste rocenoi au opus jocului carapacelor vechi și întărite din scoarță, reprezentate prin continente; de aceea și cutările cele mai noi corespund cu locul ce-l ocupau înainte de cuture, depresiunile geosinclinalelor sedimentate în Mezozoic și Terțiar.

Dacă mergem mai adânc cu analiza cutărilor formațiunilor geosinclinalelor, găsim că liniile de cea mai slabă rezistență, după care s'au produs marile încălecări în pânze de supracutări și în pânze-solzi, corespund în general cu liniile de demarcare dintre diferitele faciesuri heteropice (în Alpii Orientali cu faciesurile Mezozoicului, în Carpați cu acelea ale Numuliticului.)

Cum vedem, una din cauzele principale în manifestările

deosebite, ce prezintă cuturele, este și diversitatea rocilor formațiunilor, considerate fie pe verticală (în grosimea stevelor), fie pe orizontală (faciesuri heteropice).

**Influența cutărilor asupra rocilor.** — Dacă diversitatea rocilor influențează mult asupra felului de a fi al cutelor, nu mai puțin și cuturele influențează asupra structurii intime a rocilor.

Structura tuturor rocilor supuse cutărilor, este mai mult sau mai puțin influențată, prin **presiuni**, prin **întinderi**, prin **laminări** și **rupturi**, ca și prin **torsiuni** și **trituri**, la cari ele sunt supuse sub imperiul **forțelor orogenetice**. Astfel, toate **fizurile** și **diaclazele** prezentate de rocenoi și cari în general sunt ulterior umplute cu cuarț, ori cu calcită, prezentând aspectul unei rețele de vine albe (calcare, gresii, marne, sisturi) ce se întretaie mai mult sau mai puțin regulat, precum și unele ondulațiuni, și ornamentări ale suprafețelor strateror (**hieroglife**), sunt datorite **torsiunii** (răsucirii) și **presiunii** (apăsării). Rocile plastice, ca argilele, pot căpăta prin presiune o **șistozitate** cu fețele perpendiculare pe direcția apăsării, șistozitate care n'are de multe ori nici o legătură cu stratificația primă a lor. Tot astfel prin laminare, stratele se pot subția și întinde, deformându-se în o direcție sau altă și această deformare se poate ușor observa mai ales la formele de animale fosile (Amoniti, Belemniti, Trilobiți) ce ele conțin. Mulți înclină a crede, că chiar o parte cel puțin din metamorfismul ce prezintă unele rocenoi, ar fi o consecință a marilor presiuni (forțe dinamice), la cari au fost supuse rocele, numindu-l în general **dinamometamorfism**.

Un exemplu l-ar prezenta granitul, care prin presiune ar putea trece la gneis.

**Vechimea cutărilor.** — Toate stratele formațiunilor cutate deodată, cel puțin în cuturele normale, sunt **paralele** și **concordante** în toată întinderea lor (Fig. 74 A.); pe când dacă ulterior cutări lor, peste aceste strate s'au depus altele noi, acestea din urmă fiind orizontale, fac un unghi cu primele, unghi a cărui mărime este în raport cu oblicitatea celor vechi, stratele noi găsindu-se **transgresive** și **discordante** peste cele vechi (Fig. 74 B). Vechimea cutării este deci cuprinsă între vechimea sedimentării celor două serii de strate (A și B).

Dacă o nouă cuture le cuzionează împreună pe amândouă



seriile de strate, discordanța între ele tot se mai poate încă observa, spre a putea distinge cele două timpuri de cutare, cutarea



Fig. 74. Strate concordante, discordante și transgresive (A, B și C - strate sedimentate la intervale de timp deosebite, primele două cutate, ultimele două transgresive).

nouă putând fi determinată ca vechime tot prin aflarea în vreun punct oarecare din regiune a vreunei transgresiuni de strate mai noi de cât ultima cutare (Fig. 74 C.). În cazul cutelor încâlcate, vechimea încâlcării este cuprinsă între vechimea celui mai nou strat din autohton, apuzat dedesupt și aceea a celui mai vechi strat din seria stratelor ce s'au depus transgresiv peste pânză.

Pe cât de ușor se poate înțelege acțiunea forțelor tangențiale, care provoacă cutările stratelor prin îngrămădiri laterale sub imperiul gravitațiunii, pe atât de greu de înțeles este jocul pe verticală al unor porțiuni din scoarța globului, care provoacă formarea faliilor sau a fracturilor. Căci, a admite că anumite porțiuni din scoarță se ridică, dar mai ales că se scoboară, rupându-se de regiunile învecinate, fără să exercite presiuni laterale, cari să îngrămădească și să cuteze stratele vecine sau chiar pe ale lor proprii, ar fi să admitem că există regiuni în care stratele sunt trase ori întinse, în sens opus, de forțe tangențiale, cari permit o lărgire între ele, ca astfel să se poată scufunda porțiunile rupte și desfăcute. În general se consideră că aceste mișcări pe verticală, se petrec în zonele din scoarța globului, în care, prin încetarea forțelor tangențiale, nasc **decompresiuni**, așa că fenomenul ar fi comparabil cu acela ce se petrece cu o boltă, care ne mai fiind susținută de stâlpi, se rupe de rest după o linie de **fractură** și se scufundă.

O fractură se recunoaște într-o secțiune naturală (un mal), prin aceea că stratele unei formațiuni oarecare se termină deodată brusc la linia de ruptură; iar dincolo de linie, pe aceeași orizontală găsim altfel de strate, fie mai noi, fie mai vechi.

Fig. 74. Strate concordante, discordante și transgresive (A, B și C - strate sedimentate la intervale de timp deosebite, primele două cutate, ultimele două transgresive).

### Falii sau fracturi.

Pe cât de ușor se poate înțelege acțiunea forțelor tangențiale, care provoacă cutările stratelor prin îngrămădiri laterale sub imperiul gravitațiunii, pe atât de greu de înțeles este jocul pe verticală al unor porțiuni din scoarța

Cele două suprafețe care rătează capetele celor două formațiuni în contact, se numesc **buzele faliei**, și aceea care mărginește formațiunea ce stă mai sus, se numește **buză ridicată**, pe când suprafața ce mărginește formațiunea care stă mai jos, este **buză scufundată** (Fig. 75). Distanța măsurată pe verticală, cu cât s'au denivelat stratele pe fractură, se numește **pas sau săritură**. Uneori denivelarea nu este **verticală**, ci **orizontală**, o buză rămânând pe loc, iar stratele ce formează pe cealaltă, deși la același nivel se deplasează orizontal, după planul fracturei (falie cu deplasare orizontală).

Planul fracturei este de multe ori vertical, de multe ori e însă oblic și când acesta înclină spre buza ridicată se zice **inversă**.

Stratele faliatate pot fi orizontale, însă pot fi și oblice, și în cazul acesta, când planul faliei înclină de partea în care înclină și stratele, falia se zice **conformă**, pe când altfel se zice **contrară** (Fig. 76). În cazul când stratele înclină în sens opus de ambele laturi ale faliei, avem de a face cu o cută (sindinală ori anticlinală) faliată.

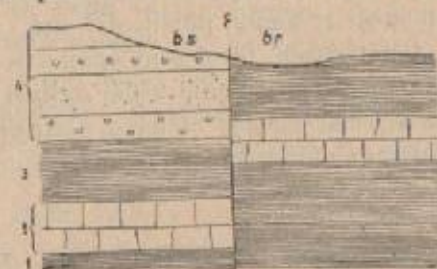


Fig. 75. — Falie sau fractură (bs—buză scufundată; br—buză ridicată; F—fractură; 1, 2, 3, 4 stratele formațiunii alioase de fractură).

**Studiul faliilor în suprafață.** — Dacă considerăm o fractură în lungul ei, găsim că ea poate să apară ca o linie simplă, **falie simplă**, uneori **ramificată**, care la terminare trece de cele mai multe ori într-o **flexură**. Rareori denivelarea stratelor s'a păstrat așa, ca păretele buzei ridicate să se distingă bine pe teren, cum este malul drept al Dunării la Cernavodă (nu orice părete abrupt însă reprezintă o buză de falie); ci mai întotdeauna, prin erodare, cele două buze se găsesc aduse la același nivel și de cele mai multe ori, falia întreagă, sau numai o parte din ea, rămâne ascunsă, fiind acoperită de roce mai noi.

Deasemenea considerând raportul de apropiere sau de depărtare între cele două

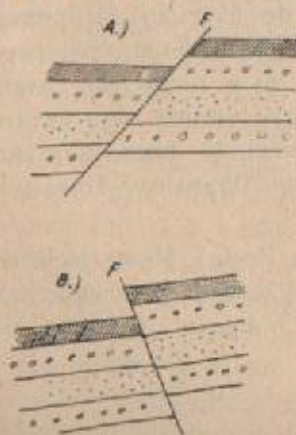


Fig. 76. — A. Falie normală. B. Falie contrară.



buze ale faliei, găsim că ele pot fi **apropiate (închise)** sau **depărtate (deschise)** și în cazul acesta deschizătura este umplută, fie cu sfărâmaturi breciforme din rocele ce formează pereții buzelor, ori cu material adus de apele dela suprafață. Când fracturile sunt adânci și situate în regiunile vulcanice, dealungul lor ies izvoarele fierbinți, precum și cele minerale reci, în legătură cu manifestările vulcanice posterioare erupțiilor. Aceste ape depun în crăpătura faliei, diferitele minerale ce au în soluție, formând **filoanele metalifere**. Nu rareori găsim pe aceste crăpături și iviri de magmă întărită, care grație eroziunii care a distrus rocele mai moi ale buzelor faliei, rămân în relief ca niște pereți groși și drepecți, numiți **dyk-uri**.

Când buzele faliei sunt apropiate, prin frecare ele se pot lustrui, rocele prezentând astfel **oglinzi de fricțiune**; ori se pot sgâria și chiar măcina reciproc, formând o **brecie de fricțiune**. Sensul sgărieturilor ne pot da indicațiuni asupra sensului denivelării produse de falie.

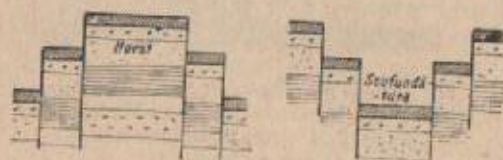


Fig. 77. — Un Horst și o scufundătură, marginite de falii cu denivelări în trepte.

Intr-o regiune faliată găsim rar numai o singură falie, de cele mai multe ori sunt mai multe falii, formând **sisteme de falii simple** ori **ramificate**, cari mărginesc între ele zone din scoarță, unele ridicate, **horsturi**, altele scufundate, **scufundături** sau **fossé-uri** (Fig. 77.). Așa de exemplu, în primul caz avem Dobrogea de Nord, ce se ridică ca un horst, înconjurat de jur împrejur de regiuni scufundate; iar în al doilea caz, avem Câmpia Română, ce apare ca o scufundătură, cuprinsă între flexura faliată dela marginea Subcarpaților Munteniei și între falia Dunărei, ce o desparte de Prebalcani și de Dobrogea. Tot astfel apare și Câmpia-Transilvaniei.

Scufundături mari mai sunt: Marea Roșie; Marea Moartă; Valea Rinului, între Vosgi și Pădurea Neagră; etc., etc.; iar horsturi mai sunt: Munții Apuseni, Munții Bohemiei; Platoul Central francez, etc., etc.

De multe ori atât horstul cât și scufundătura sunt mărginite de falii **liniare** cari le dă o formă alungită; alte ori însă, faliile sunt **circulare** sau **periferice**, cum este Câmpia Transilvaniei și atât horstul (Munții Apuseni) cât și scufundătura, au atunci forme mai mult sau mai puțin circulare. De obicei fie în jurul horstului, fie în jurul scufundăturii, nu găsim numai o falie, ci câte un sistem de falii, cari fac ca denivelările să se facă în **trepte**, cari se ridică spre horst și se scoboară spre scufundătura, treptele fiind în general și ele tăiate transversal de falii radiare.

**Raportul între Cute și Falii.** — Considerând raportul între liniile de fracturi și direcțiunile cutelor sau ale sistemelor de cute (șiruri de munți), găsim că unele dintre fracturi merg **paralel** cu cutele, numite **falii longitudinale**; iar altele le taie transversal, fie perpendicular, fie puțin oblic, numite **falii transversale**. În regiunile carpatice ca și în regiunile învecinate, dar mai ales în **regiunea din fața munților**, găsim ambele feluri de falii. Astfel în lungul Carpaților, ca falii longitudinale găsim: **Falia principală**, care desparte marginea Carpaților de Subcarpați, cu o puternică denivelare, fața faliei privind Subcarpații; **Falia** care desparte marginea Subcarpaților de Câmpia Română și de Platoul Moldovei de Nord, și **Falia Dunărei** care desparte Câmpia Română de Dobrogea și de Prebalcani. Falii transversale găsim în regiunea **din față** ce se scufundă sub cutele carpatice: **Falia Dâmboviței**, între Depresiunea Getică a Olteniei și Câmpia Română; **Falia Pecineaga-Camena**, care desparte Prebalcanii și Dobrogea sudică de Dobrogea de Nord; **Falia Focșani-Galați — Tulcea — Ins. Șerpilor**, care desparte Dobrogea de Nord de Depresiunea moldavo-basarabiană; **Falia Troțușului** pe direcția Onești-Bârlad, care desparte Platoul Moldovei și Bucovinei de Depresiunea moldo-basarabiană (Fig. 334), etc. Aceste linii transversale împart regiunea din fața Carpaților în tot atâtea compartimente, denivelate și scufundate sub cutele carpatice, ce se revărsă în trepte peste ele. Multe din aceste linii de falii mai au și azi încă jocuri destul de simțite, provocând mai toate cutremurile de pământ din România.

Regiunile tracturate din scoarța globului, când sunt slab ori de loc cutate, prezintă aspecte geografice **tabulare** de **platouri** (Platoul Podoliei, Platoul Moldovei), sau de **câmpii** (Câmpia Română cu Bugeacul Basarabiei, Bărăganul și Burnasul Munteniei), ce formează compartimente deosebite, dintre care unele sunt scufundate,



alte, chiar pot fi ridicate. În general însă se constată că marile scufundături din scoarță se produc în regiunile în care, prin presiuni laterale, scoarța se ridică în bolte largi, scufundătura producându-se, de cele mai multe ori, tocmai în regiunea de boltă; astfel că marginile ei rămân încă puțin ridicate, cel puțin pe una din laturi (Câmpia Transilvaniei).

## 6. — Modificări chimice suferite de rocele sedimentare. Diagenesa.

Sedimentele ori de ce natură ar fi ele, din chiar momentul sedimentării lor, sunt supuse la o serie neîncetată de modificări chimice și unele din aceste modificări sunt așa de profunde, încât natura rocii apare uneori schimbată cu totul. Mijlocul principal al acestor modificări chimice este **apa și diferitele substanțe chimice** ce ea conține în soluție. Așa dar rocele uscatului datorite apelor de infiltrație (vezi cap. acesta pag. 167) măcinate, din aer, cu  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}$  și substanțe organice provenite din distrugerea corpurilor ființelor vii, pe când sedimentele noi din cauză că apele, în care s'au, depus, conțin numeroase substanțe chimice dizolvate, ele sunt teatrul unor preschimbări chimice puternice și continue.

### Modificările suferite de sedimentele noi.

Ele sunt datorite la următoarele feluri de acțiuni chimice ale apelor mune, în care s'au sedimentat și care le imbibă.

**Disoluțiunea**, este una din primele acțiuni, ce apa exercită asupra noilor sedimente. După natura lor, omogenă sau heterogenă, unele sedimente sunt dizolvate în total sau numai în parte, în timpul sau imediat după depunerea lor. Fenomenul acesta se întâmplă cu mai toate resturile scheletice ale animalelor marine planctonice, cari în căderea lor spre fund, sunt dizolvate (oase, căsuțe, scoici, etc.) Din cauza aceasta, în sedimentele de adâncimi mari nu găsim din resturile mari de vertebrate marine, decât dinții acoperiți cu dentină și camerele timpanice dela Cetacee, pe când celelalte părți scheletice au fost dizolvate. Apele dulci au o putere dizolvantă și mai mare, iar scoicile calcaroase ale Moluscelor de apă dulce ca să poată să reziste dizolvării, sunt acoperite în timpul vieții cu o cuticulă inatacabilă.

**Cimentarea și Recristalizarea**, se petrece în însăși masa sedimentelor noi, în care substanțele dizolvate de apa care le imbibă în toată grosimea lor, prin o ușoară concentrație, se depun fie în golurile rocilor, fie în jurul elementelor detritice, reîmbrându-le. Așa de exemplu este de ajuns o exsondare de scurtă

durată a fundului unei plaje, ca rocele nisipoase depuse aici să prindă consistență prin cimentare. Cochiliile și scheletul tare al animalelor marine din apele puțin profunde, litorale — bathiale, sunt supuse unei recristalizări complete — **fossilizarea**; iar recifii coralieri ca și tufele de alge calcare, prin recristalizare, pierd structura organică, ca să se transforme într'un calcar compact. De obicei recifii coralieri sufer și o **dolomitizare**, în parte sau în total, carbonatul de calciu transformându-se în carbonat de calciu și magneziu, sub influența clorurii de magneziu, conținută în apa marină a lagunelor cu o concentrație mai puternică.

**Concreționarea** rocilor ce prezintă goluri, umplute cu calcită sau cu silice, este un fenomen obișnuit la sedimente. Astfel golurile mai tuturor fosilelor ca și acelea din rocele, le găsim căptușite cu cristale de calcită sau de silice. Uneori în marea calcarul se concentrează în jurul unor centre formate de un rest organic, scoică sau os, formând nodule calcaroase compacte, cari ocupă uneori masa întreagă a rocii, transformând astfel marea într'un calcar nodulos (baza Senonianului, la Comarnic). Concrețiunile cari rămân încă goale la interior, având numai pereții căptușiți cu cristale, poartă numele de **geode**. Concrețiunile pot fi nu numai de calcar, ci și de silice, de carbonat de fer, de fosfat de calciu, etc. Astfel, calcarele cari au în masa lor spicule silicioase de spongieri, poartă numeroase nodule de **cremene** concreționată (Murfatlar, Dobrogea; Vadul Crișului, în Bihor).

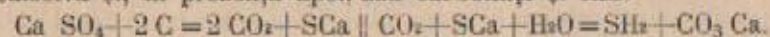
Dar nu numai calcarul și silicea de origine organică sunt atacate de apele marine, ci și silicea rocilor silicoase detritice.

Astfel **argilele roșii** ce acoper fundurile abisale de peste 4000 metri adâncime, constituite în general de silicat de aluminiu hidratat, amestecat cu foarte puține resturi organice, provin din descompunerea prin apa de mare a **silicaților** cenușei vulcanice și prafului cosmic, ce cad, aduse de curenți aerieni, pe întinsul oceanelor. În aceste argile tot ce produs al acestor descompuneri se găsesc **Zeoliții** (*Philipsita*, în Oceanul Indian) și nodule mici și mari de **Oxid de Mangan** și de **Fer**. În sedimentele marine de profunzimi mai mici se găsește **Glaucanita** (hidrosilicat dublu de fer sau aluminiu și potasiu), în grăunțe și posghite verzi, atât în nisipuri cât și în căsuțele Foraminiferelor: provenind din descompunerea argilelor și altor silicați din rocele detritice. Unele rocele, ca gresiile (Flis) și calcarele numulitice (Albești-Mușcel) și cretacice (Dobrogea) sunt foarte bogate în Glaucanită.

Tot fenomenelor de natură chimică se datorează și transformările profunde ce sufer, în anumite condiții, **materiile organice**, ca: oasele și unele părți moi, cari prin dizolvare și concreționare dau **Fosforite**; resturile de vegetale, cari prin îmbogățire în **Carbon**, dau **cărbunii de pământ**; sau resturile grase ale microorganismelor animale și vegetale, cari puse în condițiuni speciale de fermentare se îmbogățesc în hidrocarburi, dând gazele naturale, petrolul și produsele bituminoase.



Viața bacteriană joacă un rol important în multe din aceste transformări chimice, atât în apa mărilor și a lacurilor, cât și în sedimentele noi (cărbuni, sapropel, petrol, etc.). Resturile organice ce se acumulează pe funduri, sunt în parte consumate de animalele de fund, parte sunt descompuse însă de bacterii, produsele fiind luate de curenții marini profunzi care reînnoiesc mereu apa. Când însă nu există curenți cari să primenească apa, bacteriile anaerobe iau oxigenul, în special de la **sulfati**, pe cari, în prezența substanței organice, îi reduc, transformându-i în **sulfuri** și  $\text{CO}_2$ , dintre cari sulfurile metalice se depun în măr (Pirită), iar cele alcalino-terose se redisolvă și, în prezența apei, dau **carbonați** și  $\text{H}_2\text{S}$ .



Un exemplu tipic de mări fără curenți profunzi cari să primenească apa, ni-l dă **Marea Neagră**, a cărei apă din cauza fundului ridicat al Bosforului n'are oxigen suficient de la 200 m. în jos, adâncime la care viața animalelor e aproape imposibilă. Numai viața bacteriană — **Bacterium hidrosulfuricum ponticum** — este posibilă, de aceea apa profundă a Mării Negre este otrăvită de  $\text{H}_2\text{S}$ . Hidrogenul sulfurat se ridică către suprafață, unde dând de strate de apă cu oxigen, se **oxidează**, punându-se sulful în libertate. Fenomenul acesta se petrece pe o scară întinsă și în apele dulci, ori în lagune, dar mai ales el are loc prin ajutorul Sulfobacteriilor, cum se observă la izvoarele sulfuroase.

Când oxidarea hidrogenului sulfurat este puternică, se formează acidul sulfuric care atacă carbonații, transformându-i din nou în sulfati.

De altfel în mai toate marnele și argilele găsim concrețiuni de **pirite metalice**, ba chiar unele fosile în anumite strate sunt complet **piritizate** (Amoniți). Nașterea piritelor acestora nu se poate explica decât prin fenomenul de reducere al sulfatilor, prin putrezirea resturilor organice animale și vegetale ce ele conțineau, cum sunt marnele roșii senoniene de la Gura Belii și argilele cu pirită ce însoțesc stratele de cărbuni.

În apele dulci, mlăștinoase, sesquioxidul de fer ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) fără ajutorul  $\text{H}_2\text{S}$ , el numai grație bacteriilor anaerobe, prin pierdere de O, se îmbogățește în Fe, trecând la  $\text{Fe O}$ , care se depune formând un zăcământ de fer.

### Modificările suferite de sedimentele vechi.

Sedimentele vechi, grație apelor de infiltrație încărcate cu O,  $\text{CO}_2$  și cu diferite substanțe organice, cari pătrund adânc în scoarța solidă, sufer schimbări, uneori așa de mari, încât natura primitivă a rocei abia dacă mai poate fi recunoscută. Între aceste schimbări sunt:

**Hidratarea**, care este unul din cele mai simple fenomene, ce-l sufer unele minerale și roce. Un exemplu evident ni-l procură depozitele de **Anhidrit**, care prin hidratare, se transformă în Gips,

mărindu-și volumul cu aproximativ 22%. Nu rare ori Gipsul trece în profunzime la Anhidrit, unde fenomenul de hidratare nu a pătruns încă. Tot astfel Fierul Oligist se transformă în Limonită.

**Oxidațiunea.** În regiunile superficiale ale scoarței, unde apele de infiltrație conțin aer mult, fenomenele de oxidațiune sunt foarte intense. Colorațiunea roșietică și negricioasă ce iau unele roce calcaroase, grezoase, conglomeratice, etc., sunt datorite fenomenelor de oxidare a Fierului, Manganului, etc., din elementele lor constitutive (silicați feromagnezieni). Sulfurile metalice, ca piritile din șisturile argiloase, din argile și din marne, prin oxidare, dau sulfati, cari parte sunt luați de ape în soluție, parte rămân, cum e sulfatul de fier, care dă hidroxid de fier, punând în libertate acidul sulfuric, care la rândul său atacă  $\text{CO}_2\text{Ca}$  al marnelor, formând Gips ( $\text{SO}_4\text{Ca}$ ) ce se depune ca cristale în rozetă, cum se observă la șisturile disodilice oligocene. În general Fierul prin oxidare dă o colorare roșietică rocilor, pe când Manganul le înegrește sau le acoperă pe fețele crăpăturilor cu **dendride** de  $\text{MnO}_2$ .

**Pălăria de fier**, caracteristică multor filoane metalifere, nu este decât un fenomen de oxidațiune.

În general aceste oxidări se fac cu degajare de căldură, care în cazul piritelor este destul de mare, ca să transforme argilele ce le conțin în roce tari, roșietice, de aspectul cărămidei, și dacă aceste argile conțin și cărbuni, să-i facă să se aprindă.

Aprinderea spontană a cărbunilor se întâmplă în totdeauna când sunt cuprinși în argile piritose, fie în galerii, fie pe haldele din jurul exploatărilor de cărbuni, imediat ce ele sunt expuse la aer umed.

**Disolvări** se petrec în toate rocele mai mult sau mai puțin solubile din regiunea externă a scoarței, mai ales că apa încărcată cu  $\text{CO}_2$  atacă indiferent orice rocă și pe cele silicioase ca și pe cele calcaroase. Astfel găsim că gresiile sunt lăsate fără cimentul calcaros, transformându-le în nisipuri; calcarele sunt roase și scobite de peșteri; șisturile silicioase sunt desilicifiate; iar rocele cristaline măcinată, feldspatul lor fiind descompus în carbonați solubili și în **Caolin**, restul rocei rămânând desagregat, etc.

**Cimentarea** rocilor se face de obicei în regiunile profunde ale scoarței, unde apele încărcate cu substanțe minerale în soluție stagnează și în virtutea gravitațiunii pot ajunge până aproximativ la 10.000—12.000 metri adâncime. Astfel, nisipurile pot trece la gresii, gresiile la cuarțite (Oligocenul marginal), iar calcarele prin recristalizare la marmore.

**Concreționarea și recimentarea.** Apele cari conțin silice și calcar în soluțiune, dacă în regiunile profunde cimentează rocele,



în părțile superioare ale scoarței, dau naștere la o mulțime de concreționări. Unor astfel de fenomene se datorește: silicificarea bucaților de lemn, sedimentate în depozitele silicioase (gresii, nisipuri, pietrișuri, conglomerate); silicificarea șisturilor argiloase, mar-noase (o parte din sillexurile și cremănușurile oligocene și eocene din zona marginală a Carpaților și din Macedonia); în cari, în primul caz lemnul, în al doilea caz calcarul, sunt înlocuite moleculă cu moleculă cu silica. Când concreționarea merge mână în mână cu mișcările tectonice, atunci schimbările sunt și mai profunde în rocă; căci fisurările și diaclazele, ca și jocul ee se face între strate, fac ca circulația apelor să fie și mai activă și deci și fenomenul recimentării și concreționării în fisuri, goluri și între sfărâmaturi, să fie mai intens (Stratele de Sinaia).

Unul din cele mai obișnuite fenomene de concreționare la nisipuri și la gresille moi, este formarea de concrețiuni sferice sau de forma unor cartofi giganti, cari ies în relief în păreții nisipoși (Sarmatic, Meotic) ai văilor, și care iau naștere prin recimentarea, cu calcar, a nisipurilor sau a gresurilor, pe cari apele infiltrate îl iau din vreo bucată de marnă sau de os, în jurul căruia începe concreționarea.

Din punctul de vedere al acestor schimbări chimice, scoarța globului se poate divide în o zonă superficială de alterație, în care se petrec fenomenele de hidratare, de oxidare, de disolvare, și de concreționare, și în una profundă, numită de cimentare, în care apele, încărcate până la saturație cu substanțe minerale, stagnează și cimentează rocile.

Având în vedere, că la adâncimea de 10.000—12.000 m., până unde pot merge apele de infiltrație, temperatura poate să se ridice la  $+360^{\circ}$ , punctul critic al apei, urmează că zona de cimentare trece în jos pe nesimțite la aceea de metamorfism regional al rocilor.

## GEOLOGIA DINAMICĂ.

### MODIFICĂRILE CE ÎNCEARCĂ SCOARȚA GLOBULUL.

#### Agenții modificatori.

Scoarța solidă a globului pământesc, constituită astfel din diferite feluri de rocă, dislocate sau nu, metamorfozate sau nu, este veșnic supusă modificărilor, unele încete, abia simțite, cum sunt desagregările rocilor expuse la intemperii atmosferice; altele mai violente, cum sunt erupțiunile vulcanice și cutremurele de pământ.

Toate aceste cauze, cari neconștient tind a aduce modificări scoarței globului pământesc, le numim cu un termen general **agenți modificatori**.

Considerând acești agenți cu privire la **cauzele** care-i provoacă, găsim că unii dintre ei sunt provocați de cauze cu totul din afară de pământ, cum sunt curenții aerieni (vânturile), circulația apei, mișcările ritmice ale mareelor, variațiunile de temperatură, pe cari îi numim **agenți modificatori externi**, și cari sunt provocați în prima linie de căldură și de puterea de atracțiune a Soarelui și Lunei; pe când alții, își au cauzele provocatoare în însuși sânul pământului, cum sunt erupțiunile vulcanice, cutremurile de pământ, mișcările de ridicare și scoborâre ale scoarței, fiind datorite căldurii sale interne, din cari motive îi și numim **agenți modificatori interni**.

Considerând aceste două categorii de agenți în raport cu activitatea lor modificatoare, găsim că, pe când cei externi, prin dărâmarea părților proeminente din scoarță și așezarea materialului dărâmat sub formă de sedimente în părțile scobite și joase, au o tendință de nivelare a suprafeței pământului; cei interni, prin aducerea de noi rocă la suprafață și prin deranjările ce provoacă rocilor existente, au o tendință contrară primilor, o tendință de denivelare a scoarței.

Lupta dintre aceste două categorii de agenți este continuă și se va da pe socoteala scoarței solide atâta timp cât cauzele care-i provoacă vor exista; așa că **aspectul geografic** ca și **constituția și structura** actuală a scoarței terestre nu înfățișează decât rezultanta, la care a ajuns lupta dintre acești agenți, în zilele noastre.

#### A) Agenții modificatori externi.

Sub numele de agenți modificatori externi însumăm pe toți acei factori, a căror acțiune modificatoare, este datorită în prima linie **căldurii și energiei razelor solare** și numai în mică măsură și **atracțiunii solare și lunare**.

Acești factori sunt reprezentați prin toate sursele de energie legate intim de suprafața scoarței, ca **aerul, apa și flăcările vii**. Și dacă în aer se stărnesc vânturi și uragane, cu precipitațiuni atmosferice și manifestări electrice; dacă apa sub cele trei stări



fizice, gazoasă, lichidă și solidă, este veșnic în mișcare; dacă vi-  
ața cu toate manifestările ei se găsește într-o neîntreruptă ac-  
tivitate; aceasta se datorește numai **căldurii și energiei** razelor  
solare, pe cari le înmagazinează sub o formă sau alta, transformân-  
du-le la rândul lor, respectiv, în forțele cu care fiecare din acești  
trei factori, modifică în fie ce moment aspectul scoarței globului.

În general activitatea tuturor acestor agenți se manifestă  
concomitent în două direcțiuni opuse, una care are drept rezultat  
**distrugerea, denudarea, dărâmarea** scoarței globului, în părțile  
sale proeminente, și alta, care are ca rezultat **reconstituirea ei**,  
cu materialul dărâmat, în părțile joase ale suprafeței sale.

### 1. Aerul atmosferic și acțiunile sale modificatoare.

Aerul atmosferic este sediul a numeroși agenți modificali, ca: **umiditatea; insolațiunea** prelungită; **înghețul și deghețul**, și **vânturile**, ale căror acțiuni combinate și ajutate întrucâtva de viața vegetală și animală, **rod și macină** în continuu rocele des-  
golate dela suprafață, contribuind într-o largă măsură la modelarea  
reliefului actual.

#### α — Fenomene de alterare și de desagregare.

Toți am avut ocazie să privim mai de aproape o stâncă, un



Fig. 78 — Ruinile „Curtei Domnești” din Târgoviște, (Voievod).

monument de piatră, ori o clădire și să observăm cum clădirea,  
stânca și piatra monumentului este **roasă de vreme, este alterată**  
(Fig. 78); iar particulele **măcinate, desagregate**, căzând în praf la  
picioarele lor, ca să fie apoi împrăștiate de vânt și de ploi. Alterarea și  
desagregarea rocilor prin agenți atmosferici, se produc în orice mo-  
ment, fie că aerul e în mișcare, fie că nu, și ele pot proveni prin ac-  
țiuni **fizice** numai, sau prin acțiuni fizice unite cu acțiuni **chimice**.

Cei mai importanți factori în alterarea și desagregarea roci-  
lor, sunt **umiditatea și variațiunile de temperatură** și în special  
**înghețul și deghețul**.

**Umiditatea**, cu alte cuvinte vaporii de apă cari se conden-  
sează din atmosferă în porii și crăpăturile rocilor, prin simpla  
**disolvare** a o parte din masa rocilor, sau prin acțiuni chimice cu  
ajutorul  $\text{CO}_2$  și a sărurilor dizolvate în această apă, atacă supra-  
fața rocilor. Dacă la aceasta se mai adaugă efectele **înghețului**  
apei care lărgeste porii, fisurile și crăpăturile, rupând legătura  
solidă ce mai ținea unite particulele între ele, înțelegem ușor cum  
suprafețele expuse ale tuturor rocilor, mai întâi prin **alterare** sunt  
înegrice ori colorate diferit (prin oxidare) și apoi, prin desagre-  
gare, măcinate și sfărâmate, sfărâmăturile desfăcute, îngrămădin-  
du-se pe loc în baza păreților abrupti, până ce apele și vânturile  
le vor transporta mai departe. În regiunile fără precipitațiuni atmo-  
sferice, fără ploi și deci fără ape de scurgere cari să transporte  
acest material, sfărâmăturile ajung cu timpul să acopere complet  
relieful, uscatului, desagregarea continuându-și efectul numai asupra  
acestor sfărâmături, sub care zace înmormântat relieful, transfor-  
mându-le în nisip; regiunea devenind în cazul acesta o **pustie de**  
**nisip**, de felul Saharei, Arabiei centrale, Tibetului, etc.

În regiunile calde, prin alterare, rocele capătă în totdeauna o  
colorațiune roșietică, grație **sesquioxidului de fier**; pe când în țările  
cu o climă temperată, colorația e gălbuie sau brună, grație **hidro-**  
**xidului de fier**, ori chiar neagră când se formează și oxizi de mangan.

În regiunile de stepă și mai ales în cele de pustie, pietrele  
expuse la aer și soare, capătă la suprafață o **poșghiță lucioasă**,  
strâns unită de masa nealterată a roci, datorită concentrării la  
suprafață a oxizilor de fier și de mangan, conținuți în umiditatea  
masei, care, ca un **înveliș protector**, apără restul roci de alterare.  
Nu trebuie însă confundată această poșghiță cu simplul **lustru**, pe  
care, în regiunile de stepă și mai ales în pustii, îl capătă unele pietre  
dure sub acțiunea lustritoare a nisipului fin purtat de vânturi.



**Insolațiunea** puternică poate și singură provoca fărâmițirea rocilor, mai cu seamă în regiunile calde, unde sub influența căldurii tropicale din timpul zilei, prin o **dilatare** bruscă, părțile exterioare ale pietrilor sar cu zgomot, **decrepitează**, desfăcându-se în solzi de părțile interne, cari păstrează încă volumul redus prin contractare din timpul nopților răcoroase. Și cu cât roca este mai heterogenă, diferitele sale elemente având dilatări deosebite, cu atât desagregarea se face mai ușor și mai repede.

Câteodată și **electricitatea atmosferică** contribuie la fărâmițirea rocilor, mai ales când trăsnetul cade pe stânci, spărgându-le și crăpându-le în mod radiar în jurul punctului de izbire; crăpături cari ușurează apoi alterarea și desagregarea. Uneori rocele sunt topite la suprafață prin trăsnet, însă fenomenul topirei se observă mai ales atunci, când el cade pe nisipuri, când se observă formarea unui tub de nisip topit, simplu sau ramificat — **fulgurita** — dealungul drumului scântei electrice.

#### b) — Alterarea și desagregarea în raport cu natura și poziția rocilor.

Este natural ca natura rocilor să influențeze mult asupra mersului desagregării, căci desagregarea se întinde în general dealungul fisurilor, crăpăturilor și diaclazelor; desfăcând massa, rocilor, mai ales la cele compacte, ca rocele eruptive, conglomeratele și gresiile massive, în blocuri mari și mici paralelipipedice; blocuri, cari alunecând și căzând unele peste altele, dau regiunii un aspect **haotic** cum se observă: „la Iezere“, la izvoarele Jiețului, în dosul vf. Mândra, în Gorj; la Pricopan în Dobrogea, și în gresiile din Carpații Flișului, etc. Desagregarea continuând, colțurile blocurilor sunt cele dintâi cari dispar, blocurile luând conturul mai mult sau mai puțin rotund și pe ori și care l-am sparge, vom găsi că alterarea ca și desagregarea se propagă către interior prin zone concentrice, marcate prin colorațiuni de intensități diferite și descreșcând spre interior, colorațiuni ce stau în raport cu felul alterațiunilor suferite. Calcarele compacte, grație cîlvajului lor romboedric, iau prin desagregare un aspect ruinos, înconjurate de puternice grohotișuri de pantă. La rocele formate din strate alterante de diferite constituțiuni, stratele mai slabe se fărâmițesc mai ușor ca cele rezistente, astfel că acestea din urmă rămân ca **lespezi** de diferite mărimi, răspândite încoace și încolo pe suprafața

desagregată, cum se observă în regiunea șisturilor cristaline și în regiunea Flysch-ului, format de strate de gresie sau calcar, separate prin strate argiloase marnoase.

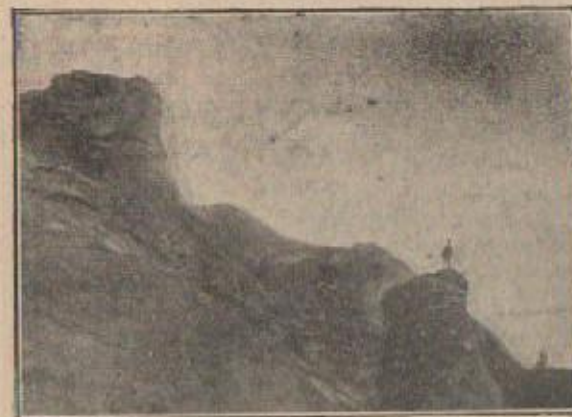


Fig. 79. Turtudăul Mățăului lângă Câmpulung (Mușcel). Fenomen de desagregare și eroziune în conglomeratele mediteraneene.

**Poziția rocilor** în scoartă are deasemenea un mare răsunet asupra formelor de desagregare. Când rocele sedimentare, ori metamorfice, sunt horizontale sau foarte puțin înclinate, prin desagregare, relieful ia forme de spinări rotunjite; tot așa se întâmplă și în zonele cu rocele cristaline massive, și ori de câte ori capetele stratelor ies în afară, ele formează pereți abrupti (vezi Fig. 57, pag. 122). În cazul acesta, rocele permeabile și tari (gresii, calcare și conglomerate) atât cât rămân nefizurate mult, ele prezervă de desagregare pe cele moi; când ele sunt însă îmbucătățite dealungul fisurilor, petecile din ele rămase nedistruse încă, apar suportate de stâlpi subțiați spre bază și formați de roca mai moale, menținându-se încă câțva timp în relief, ca **turtudae**, mese, babe, etc., cum sunt Babele din Vârful Babele, Prahova; Turtudăul Mățăului, Mușcel (Fig. 79); Mesele dela Aref, Argeș, etc., etc.

În regiunile cu stratele verticale sau cu o înclinare puternică, ca și în regiunile cu roce eruptive, dispuse în dyk-uri, părțile rezistente ale stratelor ca și dyk-urile rămân în relief, formând jghiaburi și ridicături în dinți de ferestrău, cum sunt vârfurile din Masivul Mt. Blanc, format de șisturi cristaline, în Alpi; iar în Carpați: vf. Cremenea, în Mușcel și creasta Coziei în Argeș, for-



mate tot din şisturi cristaline; Piatra Craiului formată din calcare şi conglomerate (Fig. 80); creasta înaltă dintre Taslău sărat şi valea Asăului, între vf. Taşbuga şi Bălătau, formată din gresie eocenă şi oligocenă, puternic înclinate spre West; crestele de gresie pliocenică din malul drept al Trotuşului spre Sud de Scurura din Gura Podeiului, la Sud de satul Dofteana, etc., etc.

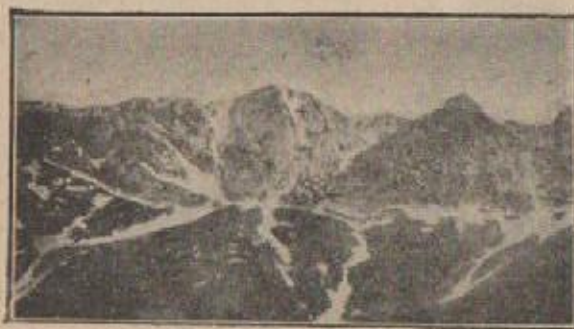


Fig. 80. Piatra Craiului ('uscă'). Văzută (primăvara) dinspre răsărit (Voiteşti).

#### c) — Dărâmarea, aşezarea şi transportul produselor de desagregare. Vântul.

Numai o parte din materialul provenit din desagregarea rocilor rămâne pe loc şi aceasta numai când o vegetaţie puternică îl poate fixa, cum se întâmplă cu diferitele soluri. În general toate sfărâmurile în virtutea gravitaţiei, cad pe pante în jos până la baza ei, formând **grohotişuri de pantă**, cum se observă în special în regiunile cu calcare. Grohotişurile îşi croiesc drumul în formă de **culoare**, blocurile cele mai mari oprindu-se tocmai la picioarele pantei, cele mai mici din ce în ce mai sus, stând toate într'un echilibru atât de puţin stabil, încât cea mai mică deranjare atrage după sine punerea în mişcare a întregii mase. În mic, fenomenul se poate observa pe pereţii abrupti ai malurilor tuturor râurilor noastre. În regiunile cu ploi abundente apele de scurgere, cum o să vedem într'un capitol ulterior, se însărcinează cu transportul mai departe al acestor produse de desagregare. În regiunile de stepă însă, cu ploi puţine, ca şi în cele de pustie, unde ploile sunt rare sau de loc, numai materialul cel fin de tot, este luat şi transportat de vânturi; restul se acumulează treptat, până ce tot

relieful uscatului este înglobat, înmormântat, în ruinele sale, regiunea căpătând aspectul caracteristic de pustie.

În stepa înaltă din regiunile de creste ale munţilor, puterea vântului este câteodată atât de covârşitoare, încât răstoarnă stânci şi desrădăcinează arbori, desgolind terenuri uşor de atacat apoi de agenţii atmosferei. Şi în regiunile de câmpie vântul are manifestaţiuni de **uragan**, cărora nu-i poate rezista nimic, sate şi oraşe putând fi transformate în câteva clipe în grămezi de dărâmături. În general în drumul său însă vântul suflând peste întinsul regiunilor gesagregate, alege şi târăşte cu sine, proporţional cu viteza ce o are, părţile mărunte şi nefixate, ca **praful** şi **nisipul**, pe cari nu le lasă în repaos decât în momentele de calm.

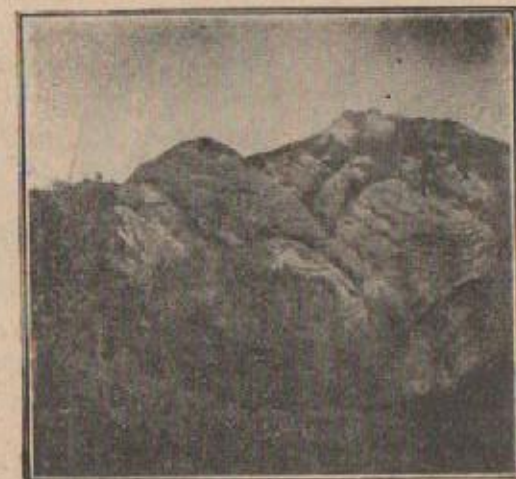


Fig. 81. — Fenomene de eroziune şi deflaţiune în conglomeratele din Valea Doabrei, Brezoi, Vâlcea (Voiteşti).

În regiunile de stepă joasă, dar mai ales în cele de pustie, unde nici relieful nici vegetaţia nu-i opun nici o piedecă, vântul încărcat cu boabe de nisip în păturile sale mai din apropierea suprafeţei, **izbeşte** şi **pileşte** nu numai suprafeţele rocilor expuse alterării şi desagregării, dar, **scormonind** prin toate adâncăturile, scobiturile şi crăpăturile lor şi luând cu sine tot materialul fin şi dărâmând pe cel mai greu, lărgeste, aceste crăpături, **sculptând** astfel aproape el singur relieful regiunilor fără ploi. Acţiunea aceasta a aerului, de a produce în regiunile de pustie un relief oarecare, prin alterare şi prin uzare, se numeşte **deflaţiune**. Se înţelege dela sine că fenomenele de deflaţiune se produc şi în stepele înalte, mai ales în regiunile desgolite, în care subsolul este format de strate de diferite rezistenţe, cum sunt conglomeratele gre-



zoase ușor de desagregat, din care nisipul luat de vânturi și izbit de suprafețele desgolite și de relieful făcut de ape, îl modelează prin uzare (pîlire) prin corrasione, producând sgîrieturi, cu

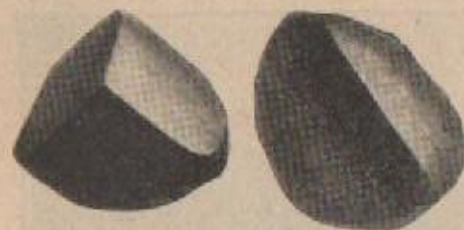


Fig. 82. — Piere făcute de vînt cu nisip în mișcare.

forme bizare și cu gîtuiri curioase (Valea Doabrei, Brezoi-Valcea, Fig. 81.); sau în părțile unde roca este mai compactă, producînd prin vîrtejire scobituri de formă alveolară. Se admite că chiar o bună parte din sculptarea văilor Uadi (Wadis),

asa de caracteristice pustiei egiptene, sunt datorite deflațiunii. Pietrile și sfărămăturile ce se găsesc întîmplător împrăștiate pe întinsul stepelor de jos și al pusturilor, prin uzare, au suprafețele dinspre vînt

roase și lustruite prin nisip, aceste suprafețe înlocuindu-se cu timpul prin fețe plane,

ce se înbină în sus prin muchii. De obicei aceste **pietre făcute** prezintă două, trei (dreikanter) și chiar patru fețe, după direcțiile principale ale vînturilor constante din regiune (Dobrogea, Sahara, etc., Fig 82).

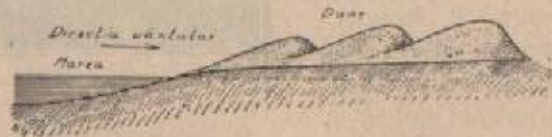


Fig. 83. — Dune — modul de formare.

**Dune.** — Acțiunea vînturilor constante se exercită mai ales asupra nisipurilor mobile ale plajelor și tîrmurilor joase și asupra mărilor de nisip din pustii, pe cari la cea mai mică adiere le **încetește**, cum se încetește ușor suprafața apelor de valuri: însă când puterea vîntului crește, nisipul este îngrămădit sub formă de delulețe alungite perpendicular pe direcția vîntului numite **dune** (Fig. 83).

Dunele sunt delulețe de nisip, **disimetrice** și alungite, cu flancurile neegale, cel din spre vînt cu o pantă mai dulce, cel opus mai abrupt, și care sub bătaia continuă a vîntului, se deplasează în continuu, neoprinindu-se decât atunci când vîntul întîlnește un obstacol.

În regiunile cu vînturi de direcții diferite (Sahara), dunele

sunt mai puțin disimetrice, luînd forma de spinări cu o creastă mai mult sau mai puțin sinuoasă.

Înaintarea duneilor se datorește faptului, că bobitele de nisip, împinse de vînt dealungul flancului ce-i stă în față,

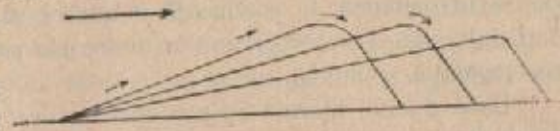


Fig. 84. — Cum înaintază o dună.

când ajung în dreptul flancului abrupt, ele cad în jos, creasta dunei, în spatele ei, în **unghiul mort**, făcînd scuteală puterii vîntului (Fig. 84). Fenomenul de formare al duneilor, cu mai toate variațiunile lor de formă,



Fig. 85. — Barkhane.

este într-un tot comparabil cu **nămețirea** zăpezilor nelătărite sub puterea vînturilor de iarnă.

Spre marginea deșerturilor (Turkestan, Sahara) se observă o formă de dune mici, în formă de spinare cu creasta ca o potcoavă și așezate cu scobitura și cu colțurile întoarse spre flancul abrupt, numite **barkhane** (Fig. 85). Ele iau naștere acolo unde nisipul prezintă spinări mai întărite, care opun rezistență nisipului nou adus, îngrămădindu-l astfel pe laturile sale ce se curbează în semilună. Colțurile semilunei se întorc totdeauna după direcția vîntului și nu rare ori prin unirea a mai multe barkhane se pune temelia unei dune propriu zise.

Este destul să se formeze o îngrămădire oarecare de nisip, ca o undă, ca duna să ia naștere. Înaintarea duneilor din regiunea litorală a mărilor și râurilor mari, spre interior, constituie un mare pericol pentru terenurile de cultură; căci, prin acoperire, nisipul distruge vegetația, transformînd cîmpiile în deșerturi nisipoase. Spre a stăvilă înaintarea lor, se întrebuintează mijloace de fixare a duneilor prin culturi de plante, cari pot să se fixeze pe nisip, ca și prin împădurirea regiunilor imediat vecine, cu **Pin maritim** (Golful Gasconiei), sau cu **Salcâm** (Jud. Constanța), spre a opune o barieră vîntului și prin aceasta și nisipului. Pentru grădini și cîmpuri de cultură mai mici, se fac împrejurimi de trestie, înalte pînă la 2 m., cari opresc trecerea nisipului sbrător (Delta Dunării).



În România, afară de litoralul nisipos al Mării Negre și regiunea Gurilor Dunării, se formează dune pe țărmul românesc al Dunării în regiunea de confluență a tuturor râurilor mari ca: Jiu, Oltul, Ialomița, Tisa, etc.; multe dintre ele găsindu-se azi fixate prin vegetația spontană.

Dacă dunele litorale se pot opri cu oarecare eforturi, dunele deșerturilor, din cauza enormelor cantități de nisip ce conțin și din cauza violenței extraordinare a uraganelor ce se deslănuiesc pe întinsul deșerturilor, oprirea lor, este imposibilă; astfel că nisipurile pusturilor, scoase din leagănul lor, în cantități enorme și duse de vânturi peste noi și întinse suprafețe, formează depozite noi — **depozite eoliene** —, comparabile până la un punct oarecare cu transgresiunile de nisipuri marine.

**Praf, Löss.** — În general nisipul nu poate suferi dintr'odată transporturi pe distanțe mari, ca **praful**, care este mult mai fin și poate fi astfel ridicat la înălțimi mari, prin trombe; ca apoi, când puterea vântului încetează, să fie depus peste regiuni câteodată foarte depărtate de locul său de origine. Cele mai renumite regiuni pentru astfel de trombe de praf sunt: stepele din sudul Rusiei, întinzându-se prin sudul Basarabiei și la noi în Ialomița; stepele din Africa de Vest, ca și pusturile din centrul Asiei. În general materialul este procurat de mărul fin argilos din regiunea de inundare a râurilor mari, care prăfuit, luat de vânturi și depus în anghiușele moarte ale reliefului, poate se formeze depozite importante.

**Lössul**, ce acoperă în general cele mai noi formațiuni ale Europei Centrale și Orientale și ale Americii de sud, se crede a avea o astfel de origine eoliană. În China, lössul, se formează și astăzi și se găsește transportat prin vânturi la înălțimi de sute de metri de la câmpie spre munți. La noi lössul (vezi pag. 85), acoperă suprafețe întinse din România, dând un sol admirabil pentru cultură.

**Soluri.** — Solul vegetal nu-i altceva decât produsul de desăgare și de fixare pe loc, al rocilor din subsol, prin **agenți atmosferici** și prin **vilața vegetală**. Nu rare ori în soluri, mai găsim resturi încă nefărâmițate din roca mamă a subsolului, pe socotena căreia a luat naștere (vezi pag. 85, și Fig. 134).

Solul stă în strânsă legătură cu **clima**, astfel în zonele temperate predomină **luturile** formate din argile (hidrosilicatul de

aluminii) colorate în galben prin hidroxidul de fier, amestecate cu cantități variabile de nisip, calcar și resturi vegetale. În regiunile tropicale ia naștere **laterita**, formată din oxidul de aluminiu și sesquioxidul de fier anhidru, un produs roșietic de alterare, caracteristic pentru regiunile calde. Nu orice pământ roșu însă este laterită.

Este posibil ca **Bauxitele** din Munții Apuseni (Bihor-Vășcău) să reprezintă un sol lateritic fosil. Ele reprezintă la noi pe cel mai important minereu pentru extragerea aluminiului.

Soluri, löss, dune, grohotișurile și dărâmăturile de pantă se numesc cu un termen, **depozite sub-aerice**, arătând că ele s'au format în aer, păstrând denumirea de **eluviale** pentru cele rămase pe loc, cum sunt solurile și de **eoliene**, pentru cele transportate prin vânturi, ca dunele și lössul; la cari s'ar putea adăoga cenușa vulcanilor, precum și praful cosmic provenit din explozia și fărâmițarea meteoritelor.

De multe ori în geologie avem ocazia să ne întrebăm dacă unele gresii și nisipuri sunt depozite **marine** sau **eoliene**. În general depozitele eoliene, cari de altfel se pot prezenta transgresiv — ca și cele marine, sunt lipsite de **fosile**, au o **colorațiune vie**, de obicei **roșietică**, datorită fenomenelor de alterare în aer; prezintă o structură cu straturi ce se taie **diagonal încrucișat**, și când se poate observa și baza lor, găsim ca ele nu tin seamă de un nivel orizontal anumit, vântul putându-le transporta și depune în același timp pe suprafețe cari se găsesc la **altitudini diferite**.

## 2. — Apa și acțiunile sale modificatoare.

Dintre toți agenții externi, apa are cel mai important rol în modificările ce suferă scoarța globului.

În natură ea se găsește sub trei stări fizice; **gazoasă**, ca vaporii în aerul atmosferic; **lichidă**, ca ploii, ape subterane, izvoare, râuri, lacuri, mări, și oceane, și **solidă** ca zăpadă, grindină, ghiață, ghietași și ghietași.

Grație energiei calorice a razelor solare, apa se găsește veșnic în circulație la suprafața pământului. Cantitățile enorme de vaporii ridicați de pe întinsul apelor, sunt purtate de vânturi pe deasupra regiunilor continentale, unde, prin precipitare, cad sub formă de ploaie, piatră și zăpadă; apă care prin izvoare și râuri se scurge iarăși spre adâncăturile mari din scoarță, ocupate de mări și oceane, pentru a-și relucepe din nou drumul circulației.



La suprafața pământului însă, nu se găsește numai apa provenită din pânza de apă externă — hidrosferă —, ce înconjură ca un înveliș aproape neîntrerupt uscatul; ci apa mai poate veni și din interiorul pământului. Astfel odată cu emanațiunile vulcanice, se aruncă în atmosferă cantități enorme de vaporii de apă, cari, prin condensare, rămân în circulația superficială; cum se întâmplă și cu apa, adusă în afară, de izvoarele fierbinți, în legătură tot cu vulcanismul. În general apa de origine externă s'a denumit **apă vadoasă**, iar cea de origine internă **apă juvenilă**.

Din studiile meteorologice comparative reiese că, cantitatea de vaporii condensați deasupra suprafeței uscatului (145.000.000 Km<sup>2</sup>), dă anual, prin precipitare, aproximativ 122.500 Km<sup>3</sup> de apă, cantitate care dacă ne-am închipui că ar rămânea toată la suprafața uscatului, ar forma în mijlocie un strat gros de 850 mm.

Este ușor de înțeles că precipitațiunile atmosferice variază cu condițiunile climaterice, de la regiune la regiune; unele fiind lipsite cu totul de precipitațiuni, cum este Sahara; altele cu o precipitație slabă de 110—120 mm., ca regiunile din jurul Mării Caspice; altele cu o precipitație mijlocie de 5—600 mm., cum este România și regiunea din centrul Europei, și în fine altele cu precipitațiuni extraordinar de abundente, ce întrec cu mult mijlocia, cum este Assamul, pe versantul sud, în Himalaia oriental, cu 12.000 mm. anual.

Din cantitatea de apă ce cade prin precipitare la suprafața uscatului, aproximativ  $\frac{3}{4}$  se reîntoarce imediat în atmosferă, sub formă de vaporii, intrând în circulația scurtă dintre aer și uscat, și numai  $\frac{1}{4}$  rămâne pe scoarță, din care o parte se scurge la suprafață sub formă de cursuri de apă, iar o altă parte se infiltrează în rocele scoarței, formând pânzele de apă subterană.

Natural că proporțiile acestea variază enorm în raport cu multe din condițiunile locale de sol, subsol și condițiuni climaterice. Astfel căldura, pădurile și iarba, ușurează mult evaporarea; nisipurile și toate rocele poroase desgolite, favorizează infiltrația; pe când frigul, rocele impermeabile, ori înghețul stratelor superficiale ale scoarței iarna, favorizează scurgerea apelor la suprafață.

Deasemenea, făcând abstracție de natura solului și a subsolului, condițiunile în cari se face precipitarea pot iarăși contribui mult la varierea acestor proporții; astfel o ploaie înceată și mărunță este propice infiltrațiunei, pe când una repede și torențială mărește cota apelor de scurgere, producând inundațiuni mari și devastatoare.

În timpul circulațiunei sale, apa exercită cea mai puternică influență asupra rocilor ce formează relieful scoarței globului, fie pe cale mecanică, fie chimică, și această acțiune se manifestă în două direcțiuni deosebite, una de **distrugere** a reliefului și alta de **reconstituire** a scoarței, prin formare de sedimente noi; cu un cuvânt, apa este cel mai important agent **nivelator** al scoarței.

Pentru ușurința studiului, vom trata activitatea apei în raport cu stările ei fizice și în special ne vom ocupa de acțiunile apei în stare **lichidă** și **solidă**; acțiunei apei în stare de vaporii, fiind cuprinsă în acțiunile modificatoare atmosferice ale aerului umed.

#### a) — Apa în stare lichidă.

##### Apa de ploaie și acțiunea ei modificatoare.

Picuri de apă în timpul ploilor, izbînd cu putere suprafețele desgolite ale scoarței, înmuiându-le iau în suspensiune toate particulele fine produse de desagregarea rocilor la suprafață, expunând astfel alterării și desagregării suprafețe noi pentru distrugere.

#### Șiroaie sau ape sălbatice.

##### Ablațiune — Coroziune — Relief.

Apa de ploaie care nu se infiltrează în rocele scoarței, formează mici **șiroaie**, cari se îndreaptă spre liniile de cea mai mare pantă, croindu-și de fiecare dată drumuri noi, numite **ape sălbatice**, și cari au cel mai important rol în spălarea și transportul produselor de desagregare de pe toate pantele reliefului, dintre crestele înalte și fundul văilor deja formate (Fig. 86). După ploaie, drumul șiroaielor rămîne însemnat pe suprafața rocilor prin scobituri șerpuite și puțin adânci, ce ocolesc micile obstacole, scobituri cari se unesc, se desfac, sau se ramifică pe scurte distanțe. Fenomenul este până la un punct asemănător cu aspectul ce prezintă un drum împietruit și în pantă, după o ploaie torențială de vară. Scobiturile sunt cu atât mai neregulate cu cât panta este mai mică, astfel că la cele aproape verticale, ele sunt fine și aproape paralele. Șiroaiele de ploaie nu se mărginesc numai să curgă produsele de desagregare, ci de cele mai multe ori ele desfac și tărase cu ele și bucăți din rocele moi desgolite peste cari trec; cum sunt conglomeratele nisipoase moi, marnele, argilele simple ori cele cu blocuri din breccia sării, cele de origine torențială, sau glacială, etc. În cazul conglomeratelor nisipoase moi și



al argilelor cu blocuri, şiroaniile ocolind blocurile mai rezistente, croiesc drumuri circulare cari prin adâncire, cu timpul, transformă fiecare porţiune ocolită într-o piramidă, care poartă drept căciulă protectoare, piatra ori blocul rezistent care a provocat formarea sa (Fig. 87). În general se observă la aceste piramide o aliniere paralelă cu panta. Fenomenul acesta în mic se observă la toate breiciile argiloase din jurul masivelor noastre de sare; cele mai renumite regiuni sunt însă cele ce posedă argile cu blocuri

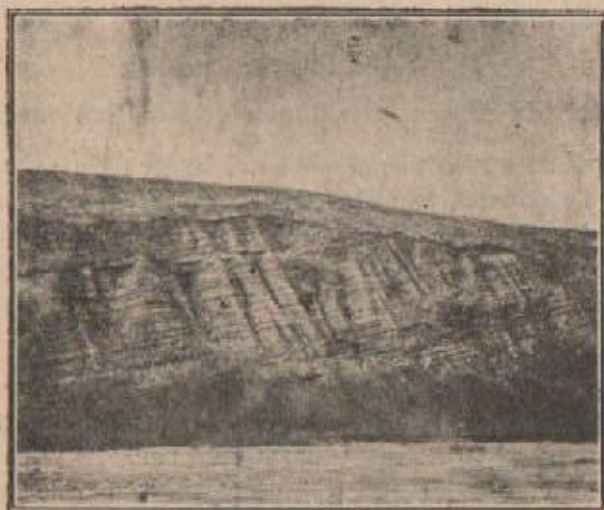


Fig. 86. Efectele şiroirei. Bezdeanu, Dâmbovița. (Voitești).

glaciale, ca în Tirol, lângă Bozen. Ceva mai bine dezvoltate ca cele din brechia sării, însă mai neregulate ca formă, se observă la noi formarea de piramide în conglomeratele cu strate de diferite consistențe, ca: în Bucegi, „Babele”; în Valea Româneștilor și în Mățău, Mușcel- „Turtușele”; piramidele din Valea Oltului între Brezoi și Golotreni și în Valea Călineștilor, și cele de gresie dela Lupoia (Transilvania). Uneori în capul piramidelor mici se găsește, în loc de o pietricică, câte un fosil, cum se observă la marnele și argilele fosilifere sarmațiane și pliocenice de la Apostolache, Prahova.

Desagregarea progresând mână în mână cu acțiunea apelor de ploaie, mai ales când ploaia isbește cu putere, prin vânturi, se înțelege că relieful rocilor desgolite se datorește la ambele aceste acțiuni deodată. Și cum am văzut la acțiunile aerului atmosferic, și aici natura rocilor și poziția lor influențează mult asupra formei reliefului.

Astfel, rocile compacte, prin desagregare și spălarea materialului, dau în regiunile acoperite cu vegetație spinări rotunzite, iar în cele desgolite dărâmături haotice de blocuri.

În regiunile cu strate alternante de diferite rezistențe, ca gresii, calcare și nisipuri în alternanță cu marne și argile, formele reliefului rezultat diferă după poziția strateror. Când stratele sunt orizontale și acoperite, ele formează spinări rotunzite imediat însă ce porțiuni din ele rămân desgolite, relieful apare dispus în trepte,

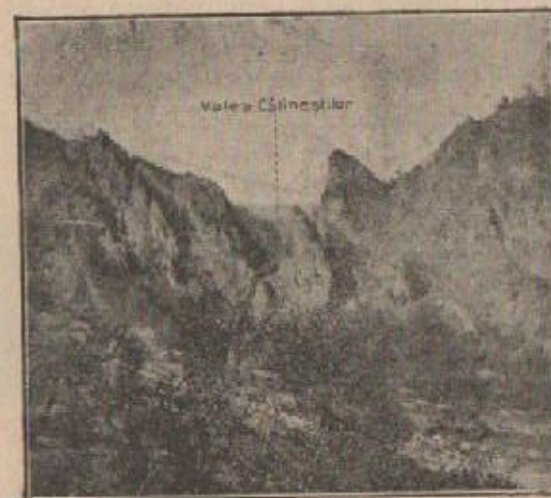


Fig. 87. Piramide modelate de apă în Conglomeratele de Brezoi din valea Călineștilor, Valcea (Voitești).

păreții abrupti ai treptelor fiind formați de stratele de roce permeabile, cari sug cu aviditate apa ploilor reducându-i astfel complet puterea de transport, făcând în același timp și un înveliș protector celor moi (Fig. 88). Pe păreții abrupti, stratele mai tari ies în totdeauna în relief, iar cele mai moi sunt scobite adânc.

Când desagregarea și spălarea sunt foarte înaintate, atunci pantele reliefului se reduc din ce în ce, ca și când terenul ar fi omogen, păstrându-se ici coala câte o bucată în formă de bloc sau lepede — o mărturie — din stratele rezistente distruse.

Dacă stratele sunt în picioare, atunci relieful prezintă un profil în dinți de ferăstrău, cu scobituri adânci în dreptul rocilor moi. Tot astfel se prezintă și șisturile cristaline, ca și masele



pastă vâscoasă în care sunt înglobate și târâte pe pantă în jos și blocurile mai mari. Aceste **scurgeri de noroi** se observă mai ales pe pantele cu roce argiloase și marnoase și sunt foarte frecvente la noi, în Carpați, în Subcarpați, și în Câmpia Transilvaniei.

De multe ori aceste scurgeri iau proporții mari, punând în mișcare pante de kilometri lungime și sute de metri lățime; câte odată chiar toată panta unui deal **aluneacă în masă**, cum s'a întâmplat între 1—15 Aprilie 1915 la Provița de Sus, în Prahova, de altfel ca în toată regiunea Subcarpaților Munteniei, din cauza ploilor abundente din primăvara anului acestuia (Fig. 89 și 90).



Fig. 89. — Provița de Sus (Prahova); un drum de câțun stricat prin alunecări în masă (Voitești)

Alunecările în masă încep, sus la capătul pantei prin o scobitură de alunecare în unghi ascuțit, care se lărgeste neîncet spre bază. Porțiunea pusă în mișcare se desface de restul pantei prin rupturi verticale, părțile rămase pe loc ieșind în relief prin bulbucare și prezentând fețe de lustruire prin frecare; cel alunecat fiind crăpat, mai scufundat și îngrămădit.

Massa pusă în mișcare poate să aibă grosimi dela câțiva metri, la origine, până la zeci și chiar la sute de metri în partea finală și ea înaintează după legile scurgerii unei mase vâscoase, formând la suprafață ridicături și adâncături crăpate în toate direcțiile; iar la baza de oprire, prin împingere dela spate, toată masa se resfrânge, dându-se peste cap, și prinzând sub ea ce era la suprafață, arbori, fântâni, cruci, drumuri, etc.

Viteza de scurgere este de obicei în raport cu viscozitatea materialului și cu panta; la Provița de Sus în 1915, această viteză era 1—2 m. pe oră, pe o pantă de 15—25°.

Massa alunecată se oprește în fundul văilor dela picioarele pantei, astupând calea apei și formând lacuri de scurtă durată, forțând-o să-și croiască un nou drum, fie prin materialul alunecat, fie deviându-și pe alătura cursul, cu care ocazie se pot provoca inundații devastatoare a țărmurilor de mai jos.



Fig. 90. — Casa D-ului Apostolescu din Provița de Sus, cărân ată din cauza unei alunecări în masă în 1915 (Voitești).

Aceste alunecări aduc pagube enorme în regiunile unde se produc, căci ele strică livezile de arbori fructiferi și grădinile de legume; distrug terenurile de cultură și fântânile, și, când ating și regiuni locuite, dărâmă casele, cum s'a întâmplat cu mahalaua Buldănești (16 case) din Provița de Sus și cu câteva case la Poșești, în Aprilie 1915.

Unul din cele mai renumite cazuri de alunecări în Europa a fost alunecarea în masă dela Elm, în Cantonul Glaris (Elveția), care la 11 Septembrie 1881 a acoperit o suprafață de 580.000 m<sup>2</sup>, cu 10.000.000 m<sup>3</sup> de material alunecat.

### Apa de infiltrație.

Apa ploilor căzând pe suprafețe desgolite de roce permeabile, ca nisipuri, grohotișuri, prundișuri de terase, gresii, conglomi-



merate, etc.; precum și pe cele de roce compacte, dar fizurate, ca granite, șisturi cristaline, calcare, etc.; în virtutea gravitațiunii ea pătrunde prin pori, fizuri și crăpături, adâncindu-se mereu în pământ. Dacă ne-am închipui, că scoarța ar fi formată din aceleași roce permeabile ori fizurate pe adâncimi mari (massive mari granitice), apa n'ar putea să pătrundă decât până la o adâncime maximă, la care căldura geotermică ar prefăce-o brusc în vapori (365° punctul critic al apei), adâncime, care se evaluează la 10.000 metri.

Afară de aceasta, la adâncimi mari din cauza presiunilor mari la cari sunt supuse rocele, ele devin așa de compacte, golurile și fizurile ne mai putând exista, încât apa ar fi și pe calea aceasta împiedicată de a merge mai jos.

În general însă în scoarță se găsește intercalate destule strate impermeabile, cum sunt argilele, cari pun o barieră înaintărei sale.

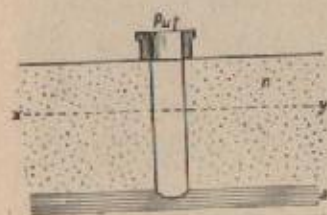


Fig. 91. — Un puț de apă (x—y — nivelul hidrostatic; n—stratul de nisip).

Apa de infiltrație odată oprită, umple toate spațiile libere ale roci poroase, formând o pânză de apă subterană, apă pe care o întâlnesc fântânile și puțurile, numită și apă freatică<sup>1</sup>. Apa freatică urmărește toate undulațiile făcute de stratul impermeabil pe care s'a oprit nivelul ei — nivelul hidrostatic sau suprafață piezometrică — fiind mai ridi-

cat sau mai scăzut, după sezon și după cantitatea de precipitațiuni atmosferice (Fig. 91). În general zonele mai profunde din scoarță sunt complet saturate de apă; pe când către suprafața scoarței, din cauza puternicei evaporări și a consumului vieții vegetale, rocele sunt din ce în ce mai puțin umede. De altfel în zona de deasupra nivelului hidrostatic, apele acestea sunt în veșnică circulație, din care cauză apele de infiltrație au și cele mai puternice influențe dizolvante și oxidante, — zona de alterație —, pe când sub acest nivel apele



Fig. 92. — Nivelul hidrostatic al apei subterane, față de suprafața uscatului regiunii.

<sup>1</sup> Φρέατος = puț.

circulă încet, rămânând în unele puncte chiar în completă nemiscare, având tot timpul să depună substanțele chimice luate din zona de alterație, cimentând rocele, numită din cauza aceasta **zona de cimentare** (vezi capitolul Diagenază pag. 140).

În stratele permeabile orizontale, cum sunt terasele, suprafața nivelului hidrostatic este și ea orizontală, paralelă cu suprafața uscatului. În regiunile accidentate prin văi și dealuri, acest nivel se lasă pe pante până la nivelul apei văilor și se ridică în curbe regulate în dreptul dealurilor și al clinelor de separare dintre văi; așa dar nivelul hidrostatic urmărește cu un cuvânt relieful subsolului, natural făcând undulațiuni mult mai atenuate (Fig. 92).

Este natural, că adâncimea la care putem întâlni pânza de apă freatică, să varieze atât cu clima regiunii, în regiunile cu climă secetoasă fiind mai joasă ca în cele cu precipitațiuni abundente; cât și cu adâncimea patului văilor, care prin drenare scoboară mult nivelul hidrostatic.

În multe regiuni scoarța poate fi formată din strate alternante



Fig. 93. — Strate de nisip cu apă subterană (punctat), despărțite prin strate de argilă.

de roce permeabile și impermeabile, iar în zonele cutate stratele fiind în general retezate de eroziune, pot veni în contact cu suprafața solului mai multe dintre stratele permeabile; așa că prin infiltrație, se formează tot atâtea pânze de apă subterană, câte strate permeabile au venit în contact cu exteriorul. Astfel că într-o regiune oarecare, putem întâlni pe verticală două sau mai multe strate suprapuse de ape subterane, cari urmăresc toate îndoirile geologice ale stratelor (Fig. 93).



Fig. 94. — Apă arteziană.

Apa diferitelor strate, în virtutea gravitațiunii și a principiului vaselor comunicante, se scurge pe pante în sinclinale, ridică pantele anticlinale, trecând și peste crestele anticlinale, când



acestea sunt mai joase ca punctul de infiltrație; apa acestor pânze având o presiune, care este totdeauna proporțională cu diferența altimetrică dintre punctul de infiltrație și cel considerat.

În special regiunile sinclinale pot da ape eruptive sau arteziene (renumite în ținutul Artois din Franța), cari tăsnesc la înălțimi corespunzătoare înălțimei punctului de infiltrație; cum se găsește și la noi în regiunea de margine a dealurilor și pe marginea Câmpiei Române, dinspre dealuri, precum și în unele regiuni de câmpie la Craiova și la Cotroceni-București, Fig. 94).

Ape dulci și sărate eruptive s'au întâlnit în Muntenia în mai toate sondajele de petrol, fie înainte de a ajunge la stratele petrolifere, fie între ele; ba încă la Filipești de Pădure, sonda No. 10, Astra Română, a asvârlit multă vreme și cu mare putere apă sărată aproape fierbinte (50°), ceea ce ne arată că venea dela o adâncime de peste 1500 m.

#### Circulația apelor subterane. Izvoare naturale.

Grație înclinării stratelor ca și din cauza fisurilor, crăpăturilor și liniilor de fractură, apele subterane ale unei regiuni oarecare, pot circula în interiorul stratelor permeabile, urmând în totdeauna direcția de cea mai mare pantă. Dacă pârreții văilor ating în adâncirea lor stratul de apă, în punctul atingerii apare un **izvor**. Originea mai tuturor

izvoarelor este datorită întretăierii stratelor de apă subterană cu

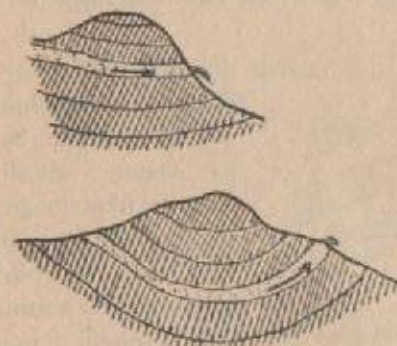


Fig. 95.

a, Izvor descendent; b, Izvor ascendent.

izvoarelor este datorită întretăierii stratelor de apă subterană cu pârreții văilor. Dacă pânza de apă înclină spre izvor, izvorul se zice **descendent** (Fig. 95); dacă din contra se ridică cu presiune pe flancul unui sinclinal, asimetric, se zice **ascendent** (Fig. 95). Uneori se întâmplă ca stratul de apă să fie denivelat prin o falie și dacă falia e deschisă, sau umplută cu material permeabil, apa circulă dealungul ei, putând comunica cu alt strat de apă (Fig. 96)

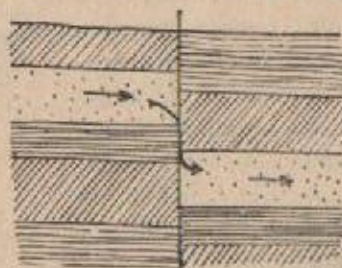


Fig. 96. Cum o falie (fractură) pune în comunicare două pânze de apă.

sau putând chiar ieși în afară ca izvor (Fig. 97) în punctul unde falia atinge suprafața.

Pe crăpături pot veni astfel izvoare dela adâncimi mari, cu o temperatură destul de ridicată, în tot cazul însă ele sunt tot **ape vadoase**, deosebindu-se de izvoarele fierbinți **juvenile**, prin aceea că sunt mai puțin mineralizate și au un debit mai puțin constant.

În rocele calcaroase, cari de obicei sunt foarte fisurate, apele subterane circulă ușor, adunându-se și formând prin crăpături și peșteri adevărate cursuri de apă, cari apar uneori ca izvoare cu un debit neobișnuit de mare (Fig. 98). La acest fel de ape s'au observat mai toate cazurile de posibilități de comunicare; cu legături directe, ascendente, în cascade, prin sifonare, etc. și uneori ele nu reprezintă decât apa unui râu, absorbită numai în parte sau în total de crăpăturile masei calcare, care apă după un parcurs oarecare subteran, reiese la suprafață sub formă de izvor. În general izvoarelor de felul acesta li se dă numele de **Izbuc** (M<sup>u</sup> Apusenii), de **Toplițe** (Muscet, Bănat) sau de **ape vaucluziene**, după numele celebrei fântăni „Vaucluse” în Franța, care

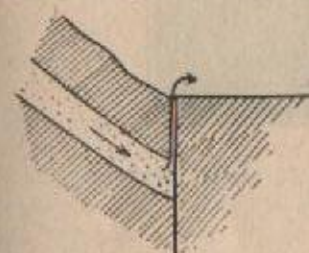


Fig. 97. Izvor de falie.

dă 13 m<sup>3</sup> de apă pe secundă. Izvoare vaucluziene în România sunt la Runcu, pe Sobodol, în Gorj. În jurul calcarului din vf. Mateiașului, în Muscet, apar numeroase izvoare, dintre cari izvorul Toplița este captat pentru alimentarea cu apă a Câmpulungului (Fig. 99). La izvoarele cari provin din apa râurilor vecine se observă variațiuni mari de

debit și de impurități, concordante cu acelea ale râului care le împrumută apa.

În general apele subterane sunt întrebuințate ca ape de băut, în alimentarea satelor și orașelor și studiul lor constituie o importantă ramură — **Hidrologia subterană** — a Geologiei aplicate.

În vederea acestui studiu, se stabilește numărul, grosimea,



Fig. 98. Circulația apei în rocele calcaroase (negru = apă).



debitul și înclinarea pânzelor de apă ale regiunii ce ne interesează; fie prin măsurări făcute la puțurile existente, fie prin puțuri noi, săpate pentru acest scop, și însemnând pe o hartă curbele **piezometrice**, iar pe profile normale grosimea și natura straturilor.

După ce avem aceste date, studiem calitățile **mineralogice** și **bacteriologice** ale apei; cunoscând că **duritatea** prea mare, sau prezența bacteriilor patogene, fac o apă improprie cu totul. O apă dură este aceea care conține o mare cantitate de calcar. În general se admite că 1° de duritate are 5 mgr. de calcar de litru și o



Fig. 99. — Lucrările de captare ale Taptiței, sub of. Matcișul, în Mușcel (Voitești).

apă **potabilă** nu trebuie să aibă o duritate care să treacă de 36°, căci este **greă** de băut și nu fierbe leguminoasele. De multe ori apa conține gips și atunci se numește **sălcie** sau **selenitoasă**.

Cele mai bune ape potabile sunt acelea ce apar ca izvoare din sisturile cristaline; apoi vin cele din nisipuri și pietrișuri din regiunile nefizurate; iar la cele din calcare și în special la cele **vauchusiene**, trebuie stabilite în jurul lor zone de protecție, spre a elimina posibilitatea infectării lor prin crăpăturile și fisurile calcarelor, cari pun direct apa superficială și care poate conține și germenii unei infecțiuni, în legătură cu apa izvorului, suprimându-i avantajele unei filtrări naturale.

### Acțiunea apelor subterane.<sup>1</sup>

Acțiunea apelor subterane se exercită mai mult în mod chimic decât fizic ori mecanic și în general efectul lor se manifestă prin acțiuni de **dizolvare**, de **hidratare** și de **descompunere**; iar substanțele luate cu ele în soluțiune pot depune, **cimentând** ori **recristalizând** rocele, sau **depunând roce noi**.

**Acțiunea de dizolvare.** — Apa subterană este desigur cel mai puternic agent chimic al scoarței, căci ea în stare pură poate să dizolve direct toate rocele și mineralele solubile; iar încărcată cu bioxidul de carbon, luat din atmosferă și din produsele de descompunere ale substanțelor organice animale și vegetale, ea poate dizolva ori și care din substanțele minerale ale scoarței. Între substanțele solubile direct cari se întâlnesc des în zona de circulațiune a apelor subterane sunt: **clorurile**, **sulfatii** și **carbonatii alcalini**. În special **sarea** și **gipsul** sunt cele mai des întâlnite și ele împrumută **salinitatea** izvoarelor sărate și gustul celor amărui și sălcii (Sulfatul de magneziu și de calciu).

Toate izvoarele noastre sărate iau sarea lor prin soluție, din sarea masivelor de sare în jurul cărora ele apar. Aceeași origine au de sigur și apele sărate ce însoțesc stratele de petrol din regiunile petrolifere.

Sărurile delicuescente, ca sărurile de potasiu, cari însoțesc de obicei unele masive de sare (Germania-Strassfurt), sunt cele dintâi cari sunt luate de apele de circulație, de aceea ele nu s'au păstrat decât la adâncimi mari sau apărute bine prin strate impermeabile. La Kalusz în Galiția orientală, aceste săruri de potasiu se găsesc depuse prin recristalizare din apele subterane în zona de brechie sărată (Haselgebirge), în jurul unui masiv mai profund, brechie care este așa de compactă, că n'a permis apelor de infiltrație să le dizolve, astfel că azi ele se exploatează. Să sperăm că și la noi vom putea descoperi cazuri identice, având în vedere marea lor importanță ca îngrășământ agricol mineral.

Cele mai frumoase și mai interesante fenomene de dizolvare se întâlnesc în masivele calcaroase. Calcarul nu-i solubil direct în apă decât foarte puțin; în apă acidulată însă cu CO<sub>2</sub>, el se transformă din carbonat în bicarbonat de calciu, care este perfect solubil. Cum masa calcarului se prezintă în totdeauna crăpată, fisurată, uneori zdrobită chiar, apele de infiltrație circulă cu multă ușurință prin aceste spații, dizolvând cantități enorme de

<sup>1</sup> Vezi și modificările chimice suferite de rocele sedimentare. Diagenza (pag. 139).



calcar, golurile lărgite formând rețele foarte curioase de peșteri (grote sau caverne). Când acțiunea apelor lărgeste crăpături perpendiculare pe direcția de stratificație, grotele cu forma unor **culoare** înalte, strâmte și ascuțite în sus; pe când dacă ele sunt lărgite pe direcția stratelor, atunci peșterile au o formă largă și puțin înaltă. Cele mai frumoase peșteri sunt cele ce iau naștere prin lărgirea zonelor de zdrobire în ambele sensuri, golul luând formă ovală, terminată în sus în formă de fund de corabie. Din cauza că zonele acestea fizurate și zdrobite se continuă cu oarecare întreruperi la același nivel, ori trec la un nivel mai jos, peșterile prezintă regiuni de **lărgire** și de **gâtuire**, **pante ascendente** ori **descendente** și chiar **puțuri** verticale, cari leagă transversal una sau mai multe galerii etajate în masa calcară. Deasemenea galeriile principale au ramificații laterale în diferite direcțiuni, precum și **coșuri** în sus, cari ajung câteodată până la suprafață, canalizând astfel apele superficiale ale dolinelor direct spre golul peșterii.

Fundul peșterilor este acoperit de obicei cu blocuri mari și mici, deslipite unele de altele prin acțiunea disolvantă a apelor și dărâmate la fund de pe pereții și de pe bolta galeriilor. Uneori cu aceste sfărâmaturi se găsesc și depozite pămâtoase provenite din luturile roșcate și negricioase de la suprafața calcarului, ori chiar pietrișuri, spălate de apele sălbatice și aduse în peșteri prin crăpături.

Când golul peșterilor este prea mare, și boltele sunt prea slabe, sau prea crăpate, se produc prăbușiri totale sau parțiale în masa calcarelor, prăbușiri cari merg uneori până la suprafață; resturile neprăbușite formând **poduri naturale**.

În multe din peșteri apa circulă, formând cursuri de ape cu cascade și lacuri; în altele fundul este uscat, apa croindu-și alt drum. Peșterile în general sunt interesante nu numai prin formele lor curioase, ci și prin frumusețea ornamentelor ce prezintă pereții lor interiori, cari în general sunt tapetați cu **încrustațiuni** felurite (v. Fig. 46, p. 96).

Bicarbonatul de calciu este o combinație foarte puțin stabilă și imediat ce apa de infiltrație încărcată cu el dă de aer, bioxidul de carbon părăsește combinația chimică prin degajare, iar carbonatul de calciu ne mai fiind solubil, se precipită imediat în punctele unde apa **mustește** pe bolta și pe pereții peșterilor, ea și în punctele de pe fund unde cade apa în picuri. Calcarul depus prin

concreționare este uneori amorf, formând cruste, de cele mai multe ori însă este cristalizat (caleită); pe când  $\text{CO}_2$  rămâne în părțile joase ale galeriilor, viciind aerul și făcându-l mai totdeauna ne-  
respirabil.

Astfel, pe pereți iau naștere depozite concreționate cari se dispun în **cascade** cu **valuri**, sau formează **draperii** în formă de lame cu restrângeri și cute admirabile, care se desfac, se îmbină sau se înoadă. Pe tavanul boltelor prin cristalizarea în cercuri a calcarului din picurii ce **mustesc**, se formează **țurțuri**, sau **țate de piatră**, ca cei de ghiață iarna pe la strășini, numiți **stalactite**, cari mai păstrează încă pe mijlocul lor un mic canal pe unde mustește apa, alungind continuu stalactita; pe când apa care se scurge la suprafața ei o îngroașă prin încrustarea de noi strate. După cum iarna în dreptul țurțurilor de ghiață, găsim pe jos o ridicătură de ghiață conică, cu baza foarte lătită și provenind din apa care căzând de pe țurțuri, se slește imediat prin înghețare; tot astfel și în dreptul stalactitelor găsim încrustațiuni conice cu baza lătită, uneori rotunzite și măciucate la capăt, numite **stalagmite**. Când prin alungire, stalactitele și stalagmitele se unesc formează **stâlpi** de diferite forme și mărimi.

Cea mai renumită peșteră din Europa, renumită prin mărimea și prin numeroasele și variatele sale forme de încrustațiuni, este **Grota Adelsberg**, cu o lungime totală a galeriilor de 10 km. În România avem multe și frumoase peșteri, ca: Peștera Tismana, Polovragi și Baia de Fer în Gorj; Bistrița și Stogu în Vâlcea; Dâmbovicioara în Mușcel; Ialomicioara în Prahova; renumitele peșteri din Munții Apuseni, etc.; multe dintre ele având cursuri de ape cu lacuri (Tismana) și cascade admirabile (Ialomicioara). Din păcate frumusețea multora a dispărut, vizitatorii găsind cu cale să distrugă încrustațiunile sau să murdărească cu fel de fel de **încrustațiuni** pereții.

Numai peștera de sub Vf. Stogu (Burila, Vâlcea) pe malul stâng al apei Cheia, fiind puțin accesibilă și greu de găsit, a rămas în toată frumusețea ei, cu două mari bolte; cu o **baie** numai în draperii înodate, cu valuri și cu cascade, cu puțuri de racordaj între etaje, și cu numeroase și bine conservate oseminte de **Urs de cavernă**.

Apele cari ies în afară, fie din peșteri (Tismana), fie prin crăpăturile maselor calcare și sunt încărcate cu bicarbonat de calciu, depun calcarul sub formă de încrustațiuni poroase pe ierburii, pe crengi și pe pietre, numit **tuf calcar**, sau **travertin**.



Nu numai calcarul massivelor este dizolvat de apele subterane ci și pe acela al rocilor ce conțin calcar, ca: gresile cu ciment calcaros, cărora luându-le calcarul le transformă în nisipuri; argilele marnoase, cari prin decalcifiere se transformă în șisturi, ce se desfac în foi subțiri (**disodile**); dolomitele, cărora le dă o structură alveolară prin luarea carbonatului de calciu; scoicile și melcii fosili din rocile permeabile, cari prin dizolvare lasă numai tiparurile lor externe și interne (calcarul de la Cernavodă) și Löss-ul care prin decalcifiere se transformă în lut galben, iar calcarul luat este concreționat sub forme rotunde și goale, sau alungite, cu diferite găuturi, numite păpuși de Löss; etc.

În felul cum este dizolvat calcarul cu ajutorul  $\text{CO}_2$ , tot astfel și silicea și dacă silicea anhidră este greu solubilă, cea hidratată, fiind amorfă, este foarte ușor dizolvată. Astfel rocile ce conțin silice, fie ca ciment (gresia de Kliva, oligocenică), fie ca spicule de Spongieri silicioși ori schelete de Radiolari și de Diatomee, prin dizolvare, ea este luată și concreționată în nodule de cremene (cremenea din Dobrogea-Murfatlar), sau așezată în strate de silix cu dungi foarte fine (**cremănușurile oligocenice, șisturile menilitice**).

**Acțiunea de hidratare.** — Apa subterană exercită o mare putere de hidratare asupra rocilor și mineralelor anhidre din zona de circulație. Astfel **Oligistul (Hematita)** prin hidratare se transformă în **Limonită**, iar **Anhidritul** se transformă în **Gips**. Tot așa se hidratează și silicații de aluminiu, ca **Olivina**, care se transformă în **Serpentină**. Alteori silicații sunt transformați în carbonați, ori dedublați, cum se întâmplă în fenomenul de **caolinizare** al Feldspatilor granitici.

**Acțiuni de oxidare.** — Prin oxigenul ce ia din aer, apa subterană oxidează carbonații, sulfurele și hidrocarburele, transformând oxizi în oxizi cu mai mult oxigen. Astfel **Magnetita** este transformată în **Oligist**; carbonatul de fier și cel de mangan în hidroxid de fier și de Mangan; **Pirita** de fier în sulfat de fier, apoi în hidroxid de fier, cu dezvoltare de acid sulfuric, care dă apoi sulfat de calciu. Importante fenomene de oxidare se petrec în filioanele metalifere (**pălăria de fier**), având ca rezultat o îmbogățire a zăcămintului.

**Acțiuni de cimentare.** — În special în părțile profunde ale scoarței, unde apele subterane rămân aproape staționare, ele conținând dizolvate o mulțime de săruri minerale, prin recristalizarea acestor minerale din soluție, apele subterane pot umple ori căp-

tuși cu cristale toate golurile, fisurile, diaclazele și porii rocilor. Astfel, unele nisipuri prin cimentare devin gresii; unele gresii devin cuarțite; unele șisturi argiloase (Oligocen și Eocen) se prefac în silixuri. Calcarele compacte prin recristalizare pot deveni marmoreene, iar cele zdrobite prin recimentare devin adevărate marmore (Mateiaș, Dragoslavele și Rucăr, în Mușcel), etc. În fine, în zona de cimentare, rocile sufer în general aceleași schimbări din cauza apelor încărcate cu substanțe minerale, cari le îmbibă, ca și sedimentele de pe fundul apelor, din care s'au sedimentat, condițiile **diagenetice** fiind aproximativ aceleași.

### Izvoare minerale.

Prin izvoare minerale se înțeleg acele izvoare, ce ies din scoarță încărcate cu substanțe minerale dizolvate în cantități uneori foarte mari. După originea apei lor, ele pot fi **vadoase**, când provin din apele subterane de infiltrație, și **juvenile**, când provin din condensarea și răcirea vaporilor de apă, pe diferitele fracturi ale straturilor, ce însoțesc erupțiunile vulcanice. În general gradul mai mare de mineralizare, ca și prezența bioxidului de carbon liber în mare cantitate, pledează pentru originea juvenilă a acelor izvoare minerale, ce prezintă aceste două caractere.

După natura substanțelor minerale predominante, izvoarele minerale, cari au o mare importanță terapeutică, se grupează în:

**Izvoare acidulate sau borenturi** (puțin alcaline) cari conțin o însemnată cantitate de  $\text{CO}_2$  în stare liberă și foarte puțin fier și calciu (Borsec, Borheghiu, Boholt și Valea Vinului, în Transilvania; Borent în Maramureș; Vatra Dornei în Bucovina; Slănicul Moldovei și la confluența cracilor Dofănețului, în Bacău).

**Izvoare alcaline**, bogate în  $\text{CO}_3 \text{Na}_2$  și  $\text{CO}_3 \text{Ca}$ , ca la: Vichy, Ems, Baden-Baden, Karlsbad; și Sângeorgiu, Covasna, Stoiceni-Stoica, Bicsad, Leul, Malnaș, Bodoc, Zizin, Cason-Iacobeni, etc. în Transilvania și Borșa în Maramureș.

**Izvoare sărate**, bogate în  $\text{ClNa}$  și în general **iodurate**, ca cele dela Săcel, Govora, Ocnele-Mari, Vulcana, Slănicul de Prahova, Sărata Monteoru, Sărata-Bacău, Oglinzi, Oena Sibiului, Sovata, Uioara, Cojocna, Turda, Orhei, Basna, etc., etc.

**Izvoare magneziene**, cu  $\text{SO}_4 \text{Mg}$  (purgative) ca cele dela Băltătești, Oglinzi, Olănești, etc.

**Izvoare sulfuroase**, bogate în  $\text{H}_2\text{S}$  și alte substanțe între



cari uneori este Litiu, ca cele dela Săcel, Călimănești, Căciulata, Pucioasa, Plopiș, Fidelis, etc.

**Izvoare arsenioase**, cari conțin arsenic ca cele dela Șarul Dornei.

**Izvoare feruginoase**, bogate în  $\text{Co}_3\text{Fe}$  ca cele dela Buziaș, Valea Vinului, Corond, Poiana, Șoimuș, Lipova, Vâlcele, Tușnad, etc.

Prezența acidului carbonic liber în apa unora din izvoarele noastre minerale din Carpații Moldovei, Transilvaniei și Bucovinei (Slănicul Moldovei, Sângeorgiu, Rodna, Dorna, etc.) se datorește întâlnirii (accidentale?) cu apele minerale vadoase a acestui gaz juvenil, care vine dela adâncimi mari pe fracturi adânci și care stă în legătură cu fenomenele postvulcanice ale rocilor eruptive noi din Transilvania, dealungul marginii interne a Carpaților; fenomen care procură acest gaz tuturor izvoarelor minerale de pe marginea transilvană a Carpaților, din Țara Bârsei până în Munții Rodnei și ai Maramurășului.

În general toate izvoarele minerale fac depozite însemnate prin depunerea în regiunea de ivire a substanțelor minerale conținute (Calcită, Aragonită, Fier, Sulf, Sare, etc.). Unele au o așa de mare putere de concreționare, din cauza cantităților mari de carbonat de calciu, ce conțin, încât depun depozite anuale însemnate.

Astfel, orașul Karlsbad este așezat pe o placă groasă formată numai din depozitele izvoarelor sale minerale de altfel ca și cele dela Corond, în Transilvania; iar la Sângeorgiu, lângă Bistrița, izvoarele minerale au clădit un deluleț întreg care, amenajat, servește ca loc de preumblare vizitatorilor.

### Apa râurilor.

Apa ploilor ca și apa izvoarelor, scurgându-se pe pantele reliefului, s'adună în spre părțile joase, dând naștere unui **curs de apă**, numit după mărimea sa: **torent**, **pârâu**, **gârâ**, **râu** sau **fluviu**, care continuându-și calea, ținând mereu linia de cea mai mare pantă, se varsă în lacuri, mări și oceane.

Nimic mai ușor decât observația directă a formării unui mic curs de apă, cu toată succesiunea fenomenelor geologice, cari i-au dat naștere, mai ales la noi, unde despăduririle fără rost ale pantelor, ne dau posibilitatea acestei observațiuni aproape în fiecare punct al regiunii dealurilor.

**Viroagă, Torent.** — Pe orice pantă despădurită de curând, se poate ușor observa, în timpul ploilor abundente, că șiroaiele

de ape sălbatice, ajunse la piciorul pantei, formează mai întâi o mică cascadă, care apoi prin înmuierea terenului, dărâmarea și transportarea lui, dă naștere unei scobituri în formă de V. Această scobitură începând ca punct de plecare — **punct de bază** — dela baza piciorului pantei, se adâncește și se lărgeste în curând, lundându-se în același timp în direcția contrară seurgerei apei adică **în spre izvor** (Fig. 100).

Odată această mică viroagă începută, prin alungirea și lărgirea ei, un număr din ce în ce mai mare de șiroaie de apă vor fi atrase de patul viroagei, astfel că debitul său crescând, crește în aceeași măsură și puterea de dărâmare și de transport a materialului desagregat, pe care **torentul** astfel format, îl îngrămădește la gură, sub o formă conică, puțin bombată — **conul de dejecție** —, peste care firul de apă se revarsă, croindu-și drumul când într-o parte când într-alta, urmând totdeauna una din generatrice (Fig. 101).

După un timp oarecare de activitate, torentul își făurește o vale stabilă, cu un profil longitudinal — **profilul de echilibru** — care nu mai suferă modificări însemnate și care ia forma unei curbe concave, care pornind dela **punctul de bază**, unde curba este tangentă la orizont, se suie în pantă dulce până aproape de izvor, unde se ridică dintr'odată, ajungând tangentă la verticală.

Unui torent complet format ca profil de echilibru, îi distingem **trei regiuni** bine deosebite ca rol: o **regiune superioară** de maximum de ablațiune (dărâmare), dispusă în semicerc cu pereții aproape verticali și străbătuți de numeroase viroage și viroguțe, cari alimentează concentric torentul, regiune numită **basinul de recepțiune**; o **regiune mijlocie** cu o pantă mai dulce, cu pereții în formă de V mai deschis, pe unde se transportă tot materialul dărâmat și adus de apă din basinul de recepție, numită **regiune de transport**, și în fine regiunea **conului de dejecție**, unde este depus fără vreo deosebire atât materialul mare cât și cel fin, cu o dispoziție încrucișată când într-o parte când într-alta, după cum



Fig. 100. — Cum se naște un torent (trei stadii)



s'au produs revărsările firului de apă în timpul ploilor și cu o înclinare cu atât mai mică, cu cât torentul se apropie mai mult de profilul său de echilibru (Fig. 102).



Fig. 101. — Conul de dejecție, al unui torent, imediat la nord de masivul de sare de la Baza Baciului, Slănicul de Prahova (Voitești).

Odată ajuns la profilul său de echilibru, torentul are maximum de putere de distrugere în regiunea basinului de recepție; maximum de putere de transport în regiunea mijlocie, unde eroziunea se mărginește acum nu-

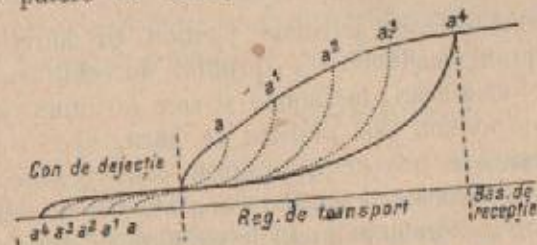


Fig. 102. Schema fazelor prin care trece un torent până se obține profilul de echilibru. (a— $a^+$  = stadiile de dezvoltare).

duce la sedimentare a depozitelor torentiale.

Acest profil de echilibru se obține numai atunci, când rezistența pantei fundului și a pârâurilor văii, echilibrează puterea de roadere a firului apei torentului, și atâta vreme cât acest echilibru nu-i stabilit, torentul continuă a-și adânci patul. Iar viroagele nu încetează niciodată de a alungi valea, prin dărâmare de noi porțiuni din panta dealului, pe care torentul își are bazinul de recepție.

Deasemenea prin orice cauză ulterioară stabilirii profilului de echilibru prin care s'ar provoca adâncirea punctului de bază, se reînnoiește întreaga activitate a torentului, adâncirea reîncepând iar de la gură și propagându-se treptat până la cea din urmă viroagă și viroguță, având ca termen final stabilirea unui nou profil de echilibru, în raport cu această nouă bază.

**Pârâu. — Râu. — Fluviu.** — Mai multe torente, ale căror bazine de recepție, se ridică până la creștele de separație ale văilor din regiunile muntoase, unindu-se, formează un curs de apă mai mare numit **pârâu**; mai multe pârâie unite formează un **râu** (în zona dealurilor); iar râurile unindu-se mai multe laolaltă (aceasta mai ales în regiunile de câmpie), formează un **fluviu**.

Activitatea tuturor acestor cursuri de apă este comparabilă întru totul cu aceea a unui torent, cu singura deosebire, că la torent totul se petrece în scurt, pe o distanță uneori de câteva sute de metri, pe când la râuri și mai ales la fluvii, fenomenul este împrăștiat pe o întindere proporțională cu lungimea cursului său de apă, care uneori este de mii de kilometri (Dunărea 2860 km.; Volga 3570 km.; Obi 5200 km.; Nilul 6000 km. și Mississippi 7050 km).

Astfel cursul acestor ape se poate și el împărți în trei regiuni: una **superioară**, regiunea **torentială**, formată din unirea tuturor torenților din zona muntoasă înaltă, de la izvoare, în care fenomenele de **distrugere** a scoarței au maximum de dezvoltare; o regiune **mijlocie** în zona dealurilor, zona **de transport**, cu o vale cu fundul lat și maluri largi, în pantă din ce în ce mai dulce cu cât se apropie mai mult de câmpie, și o regiune **inferioară**, cu marea largă cu maluri joase, unde viteza apei este așa de mică din cauza pantei slabe a patului, încât materialul este sedimentat, prin **aluvionarea patului**. Numai părțile de tot fine, care mai rămân în suspensiune în apă sunt duse până la confluență.

În regiunea superioară, torentială, grație pantei foarte repezi a patului, cursul apei dărâmă și transportă atât materialul fin cât și bucăți de rocă colțuroase, uneori chiar stânci întregi. În regiunea mijlocie panta patului fiind încă destul de mare, materialul suferă o separare, cel fin fiind dus mai repede, pe când cel mare este lărat sau **rostogolit** mai încet, iar în timpul rostogolirii i-se tocesc colțurile, astfel că el se rotunzește sau ia o formă discoidală (Fig. 103). Materialul mare se depune ca aluviuni pe fundul văii formând prundișuri, din ce în ce mai mărunte, cu cât ne



apropiem de cursul inferior al apei. Prundișurile rămase afară din apă sunt puse din nou în mișcare numai în timpul perioadelor de creștere ale apei, în restul timpului suferind numai mici deplasări prin așezare; iar cel ce se găsește sub apă, primește chiar un oarecare lustru pe suprafețele expuse, prin frecare cu nisipul fin dus de apă în suspensiune. Pe când în cursul său superior, din

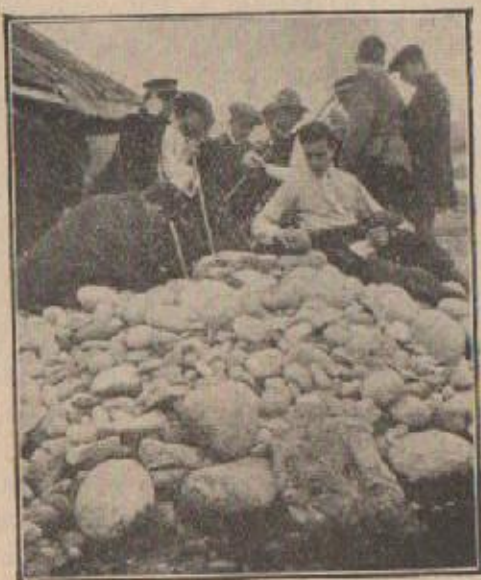
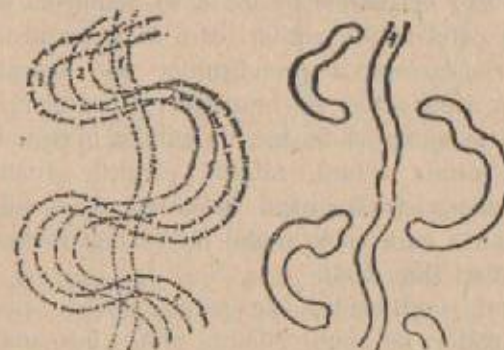


Fig. 103. Prundiș, format din bucăți rotunjite de calcar. (Voitești).

cauza adâncirii continue, forma văii se apropie de aceea a unui V, cu laturile mai mult sau mai puțin deschise; în cursul său mijlociu prin lărgirea patului din cauza dărâmării continue a malurilor și prin transportarea materialului dărâmat, forma văii se apropie de aceea a unui U, formă care se menține până la confluență. În cursul său inferior, panta patului fiind prea slabă, materialul, cu excepția celui foarte fin, este tot sedimentat, depunând dela o distanță oarecare nisipuri amestecate cu puțin prundiș mărunț, apoi ceva mai în jos numai nisipuri și în fine nisipuri cu mărț argilos. Având în vedere materialul transportat de un curs de apă, limitele între diferitele sale regiuni se găsesc întinse pe distanțe mari, distanțe care depind în totdeauna de sezonul considerat și deci de cantitatea de apă a cursului. Astfel

în timpul apelor mari, puterea de transport a apei fiind mult mărită, limitele dintre regiunile cursului sunt împinse în josul apei, pe când în timpurile de secetă din cauza apelor scăzute, puterea de transport fiind foarte micșorată, aceste limite sunt retrase în spre izvor. Din această cauză în regiunea jocului acestor limite, găsim de multe ori alternanțe de pietrișuri mari cu nisipuri fine, cari vădese variațiunile acestora ale puterii de transport, în raport cu volumul de apă scurs pe patul văii.

În general activitatea unui curs mai mare de apă tinde să ajungă la un **profil longitudinal de echilibru**, cu aceleași caractere geometrice, ca ale profilului torentului; deosebindu-se numai



Fi. 104. — Stadiile de dezvoltare 1, 2, 3. (stânga) ale meandrelor patului unui râu în perioada de îmbătrânire. În dreapta ultimul stadiu (4) cu resturile vechilor paturi.

în ceea ce privește scara, profilul torentului reprezentând fenomenul pe o scară mică, având înălțimea exagerată, pe când acela al unui fluviu, de exemplu, îl reprezintă la o scară mare, având lungimea exagerată.

Dacă urmărim în timp activitatea unui curs mare de apă, găsim că, la începutul formării sale, predomină săparea și adâncirea patului în tot lungul cursului său, constituind **stadiul său de tinerețe**. Când ajunge să-și stabilească un profil de echilibru al patului, el se găsește în **stadiul de maturitate** și activitatea sa se manifestă prin adâncirea și lărgirea patului, în regiunea superioară; prin transportarea materialului erodat, în regiunea mijlocie și prin sedimentarea acestui material în regiunea inferioară și de confluență.

Cu timpul însă, prin îngrădădirea sedimentelor în cursul său inferior, patul împotmolindu-se, acțiunea de sedimentare se



intinde treptat și în cursul mijlociu și astfel puterea de scurgere a apei ne mai putând învinge rezistența materialului cu care și-a împotmolit albia, fluviul începe să-și lungească cursul prin diferite cotituri în **meandre**. Această fază constituie **stadiul de bătrânețe** al cursului de apă.

În stadiul acesta, la toate cursurile mai mari de apă, găsim două albi sau paturi, unul numit **pat major**, larg și împotmolit cu prundișuri și nisipuri, pe care râul îl utilizează în total sau în parte numai în timpul **apelor mari**, și altul mai îngust, de multe ori ramificat, săpat în prundișurile patului major, numit **pat minor**, pe care se scurge apa râului în timpul **apelor scăzute**.

Cotiturile sau meandrele începe a se manifesta prin cotituri mici, săpate în patul major, cotituri care se accentuează din ce în ce mai mult prin dărâmare prundișurilor ce-i mărginesc curba în afară și prin sedimentare de prundișuri în interiorul curbei. Cu timpul, meandrele ajung să fie așa de gătuite în regiunea mijlocie, în cât apa, la prima viitură, ratează gâtuirile croindu-și o cale scurtă, vechiul meandru rămânând izolat lateral, ca un lac sau ca o baltă alungită, în care apele râului nu se mai revarsă decât în timpul apelor mari (Fig. 104).

Zonele largi, prundișuite, ale patului major, sunt fixate de multe ori prin păduri de anini, săleni și pluți, formând aceea ce se numește o **luncă**.

### Acțiunea apelor curgătoare asupra uscatului.

Un curs mai mare de apă, după ce și-a stabilit profilul său de echilibru, rămâne activ în ceea ce privește puterea sa de distrugere numai în regiunea superioară, torențială; pe când în cursul mijlociu și mai ales cel inferior apele sale sedimentează numai, împotmolindu-și patul și lunca.

Dacă ne aruncăm ochii pe o hartă topografică la o scară mai mare, vom observa, că în regiunea înaltă a munților și în zona dealurilor, izvoarele torențiale ale diferitelor râuri, de obicei își fac față, de o parte și de alta a culmilor, prelungindu-și patul prin numeroase viroage până la linia de creastă.

Uneori izvoarele alternează cele de pe o parte cu cele de pe cealaltă (Fig. 105) și **clina de separație** a apelor, cu oarecari mici variațiuni, formează în cazul acesta o creastă, ca o spinare ondulată și puțin șerpuită în dreptul basinelor de recepțiuni torențiale. De multe ori însă izvoarele sunt opuse cele de

pe o parte cu cele de pe cealaltă parte și în cazul acesta clina de separație este formată dintr'un lanț de vârfuri legate între ele prin părți scobite concav, numite **șea** sau **curmătură** (Fig. 105 dreapta).

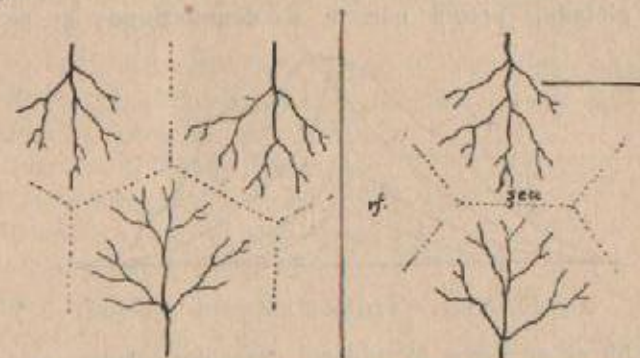


Fig. 105. — Dispoziția zonelor de izvoare ale apelor de munte, de o parte și alta a unei creste de separație.

Așa dar după un timp oarecare de activitate, lupta între apele curgătoare și relieful uscatului se dă numai în regiunea clinei de separație, la care, prin o continuă dărâmare și spălare a ambelor pante (Fig. 106), le micșorează încetul cu încetul înăl-



Fig. 106. — Valea Belia (Breaza de Sus), Prahova (Vâlcești).

țimea, încât rezultatul final este transformarea reliefului într-o regiune plană, într-o câmpie de nivelare sau peneplenă (peneplaine). Tot astfel și clinele secundare dintre cursurile paralele de apă, sau dealurile, prin acțiunea afluenților lor și prin dărâmare malurilor și spălarea materialului, ajung la același rezultat, **pene-**



tul de bază al fiecărui afluent ținându-se totdeauna la nivelul apei principale din regiunea confluenței sale (Fig. 107).

Acțiunea aceasta a cursurilor de apă, cari **distrug** prin **dărâmare și spălare** — prin **ablațiune** — stratele superficiale ale scoarței globului, poartă numele de **denudațiune**; iar porțiunile

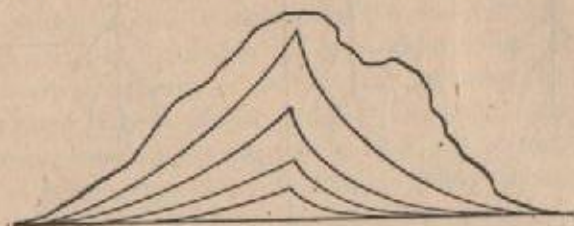


Fig. 107. Cum se nivelează o cîină de separație.

nedenudate, ce se ridică în mijlocul câmpiilor nivelate și cari rămân ca mărturii ale fostului relief, se numesc **resturi de denudațiune** (Dealul Mitropoliei, București).

#### Fenomene de captare. — Inversări de cursuri de ape.

De multe ori se întâmplă ca apele cari curg pe cele două laturi ale unei cline de separație muntoasă, să nu aibă punctele de bază așezate la același nivel. Așa de ex., punctul de bază al apelor din Câmpia Transilvaniei sunt așezate mult mai

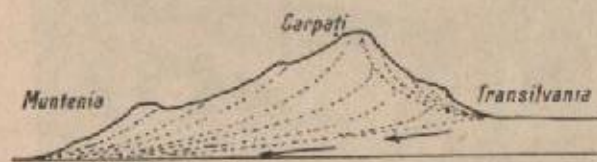


Fig. 108. — Cum sunt tăiați Carpații de apele celor două versanți, din spre Câmpia Munteniei și din spre Câmpia Transilvaniei, până la captarea apelor versantului transilvan (Oltul).

sus, decât acelea ale apelor din Câmpia Română, considerate ambele față de creasta înaltă a Carpaților, care separă apele ce se scurg spre amândouă. În cazul acesta panta crestei care privește câmpia mai joasă, din cauza înclinării mai mari, este mult mai repede atacată; așa că linia de separație între ape este împinsă treptat în spre izvoarele celeilalte pante; sum este cazul tuturor apelor de pe versantul sudic și estic al Carpaților, cari și-au împins izvoarele dincolo de creastă, în Transilvania. Când nivelul

eroziunii, în patul cursului cu nivelul de bază mai jos, ajunge la nivelul patului apelor celuilalt versant, apele de izvor ale acestuia sunt **captate**, apoi treptat cursul său fie în total, fie în parte este **inversat** (Fig. 108).

Un caz interesant de captare ni-l prezintă valea Oltului (Fig. 109 și 110). Oltul era format din două cursuri de apă, unul în prelungirea Lotrului, care curgea peste Cozia spre Câmpia Română și altul în prelungirea Lotrișorului și Apei Băiașilor, care curgea spre Câmpia Transilvaniei, având cline de separație a apelor lor pe o linie care ar uni vf. Omu cu vf. Robu.



Fig. 109. — Schița hidrografică actuală a văii Oltului (după de Martonne).

Cu timpul, Oltul transilvan a fost **decapitat**, captându-i-se printr'un afluent, de către Oltul sudic, mai întâi izvoarele din regiunea superioară, apoi treptat-treptat și celelalte porțiuni din regiunea de munte și de câmpie, astfel că în cele din urmă i-a inversat complet cursul, care azi curge din spre Câmpia Transilvaniei în spre Câmpia Română. Astfel se explică traversarea Carpaților de către Valea Oltului. De sigur că și traversarea Perșanilor se datorește tot unei captări ulterioare captării din Munții Făgărașului. Cu timpul va mai suferi o captare, care-i va scurta mult drumul spre Dunăre și aceasta se va întâmpla, când izvoarele **Prahovei** vor roade complet curmătura dela Predeal, dintre vf. Cristianul Mare și vf. Piatra Mare, captând apele **Temeșului** și prin el tot cursul superior al Oltului, dacă nu-l va capta Buzăul înainte; Oltul de azi rămânând în cazul acesta numai dela Perșani în jos.

Defileul Dunărei în Munții Bănatului și Mehedințului are o origine identică. Acest defileu a fost tăiat în stâncile carpatine de doi afluenți opuși, separați prin Munții Almașului și tributari ai celor două lacuri mari, ce ocupau în timpurile pliocenice și cuaternare vechi Câmpia Panonică la Nord și Câmpia Română la Sud de Carpați. Lacul Câmpiei Române fiind mai jos, a captat odată cu afluentul din spre Bănat și apele lacului Câmpiei Panonice, cele două lacuri punându-se astfel în legătură, cum sunt azi unite Marile Lacuri



ale Americii de Nord prin fluviul St. Laurențiu. Prin inpotmolire și desecare, aceste lacuri au dat naștere la uscatul actual al celor două câmpii, iar cursurile de apă tributare lor s'au unit într'un singur curs de apă, cursul Dunărei actuale.

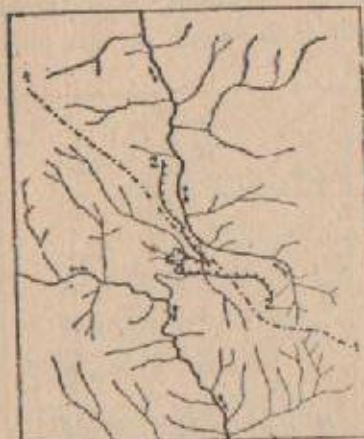


Fig. 110. — Schița hidrografică a celor două cursuri ale Oltului, înainte de captare (după Voitești).

1-1 — Cîna de separațiune între cele două cursuri.

2-2 — Zona de brecciere a cristalinului care a ușurat captarea cursului nordic.

Unele, cum sunt fluviile ce se varsă în Oceanul Atlantic, se scurg prin deschizături largi în formă de golfuri și din ce în ce mai adânci cu cât eșim la larg, numite **estuare** (Elba, Sena, Gironda, St. Laurențiu), și când aceste deschizături au și pereții stîncoși, datorite activității ghietaților, ca în Norvegia, ele poartă numele de **fjord**. Atât estuarele cât și fjordurile sunt văi vechi, cari prin o mișcare de scufundare a țărmului au fost în parte invadate de apa oceanului.

Pe litoralul basarabian și rusesc al Mării Negre, râurile, ca Nistrul, Bugul, Niprul și Donul, prezintă la vărsare estuare aproape inpotmolite, cărora li se dă un nume special de **limanuri**.

Marea majoritate a râurilor mari însă, prin o treptată inpotmolire cu sedimente fine a regiunilor de îmbucătură, își formează în regiunea de confluență o limbă de uscat, ce se prelungește în spre mare, numită **deltă**, peste care își croiesc apoi apele lor drumul.

Astfel, dacă la formele de estuare și fjorduri găsim că apa mărilor invadează uscatul, la limanuri și mai ales la delte, din contră, uscatul nou format prin sedimentarea aluviunilor este care pătrunde acolo în apele mării.

De asemenea culmea Munților Apuseni ce separa bascul Cămpiei Panonice de bascul Cămpiei Transilvane, a fost trecută de cursurile ce se scurgeau în lacul Panonic, captând cursul apelor Cămpiei Transilvane ce se găseau cu mult mai sus.

### Estuare. — Fjorduri. — Limanuri. — Delte.

În general râurile mari și fluviile își varsă apele în mări și oceane prin **îmbucături**, cari se pot grupa sub patru forme geografice generale caracteristice.

Unele, cum sunt fluviile ce se varsă în Oceanul Atlantic, se scurg prin deschizături largi în formă de golfuri și din ce în ce mai adânci cu cât eșim la larg, numite **estuare**

Delta, numită astfel mai întâi la Nil, după asemănarea formei ei cu aceea a literei grecești Δ (delta), caracterizează râurile și fluviile mari, ce se varsă în Mediterana, în Caspica și în Marea Neagră, în Oceanul Înghețat de Nord și în Golful de Mexic.

Astfel, delta Dunărei<sup>1</sup> este formată din mărul fin adus de Dunăre și sedimentat la început într'un larg liman, ce ocupa și parte din Bugeacul Basarabiei; care, după ce a fost umplut complet, uscatul format a început să înainteze în spre mare.

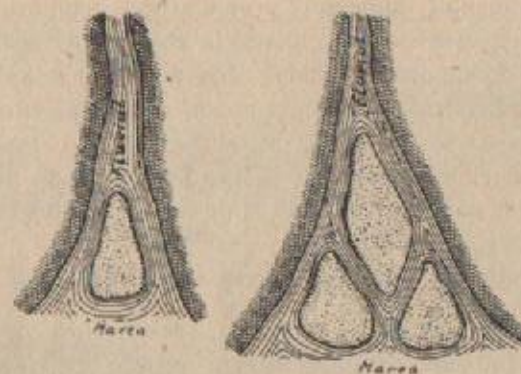


Fig. 111. — Cum se formează o deltă (două stadii).

În general în regiunea de deltă apele prezintă numeroase brațe ramificate, constituind tot atâtea pături minore în zona de inundare a patului major. Aceste brațe iau naștere odată cu delta în modul următor.

Într'un estuar pe cale de inpotmolire, din cauza micșorării vitezei cursului apei la contactul cu apa mării, sedimentarea este foarte activă, formându-se mai întâi o bară (prăguș), apoi o insulă de nisip, — un **dâmb**, — care se mărește treptat, silind astfel apele râului să se verse prin două guri. Prin alungirea dâmbului (Fig. 111), pe care începe a se fixa și vegetația, gurile se transformă în brațe, cari la rândul lor se pot și ele ramifica pe aceeași cale.

Tot astfel iau naștere și **insulele** (ostrovii) de pe fluviile și râurile mari (Olt, Dunăre, etc.), prin formarea unui dâmb de nisip ori de prundiș, fie izolat de țărm, fie la început legat de el care prin împădurire se consolidează formând o insulă (insula Călimăneștilor).

<sup>1</sup> Dunărea cu un debit cuprins între 2000 m<sup>3</sup> și 35000 m<sup>3</sup> (1897) pe secundă, transportă anual în mijlociu 75.000.000 tone de măr conținut în suspensie în apa sa (1887—1911), pe care-l depune în regiunea de deltă. Delta Dunării are o suprafață 420.000 hectare, dintre care mărurile și dâmburile ocupă 10%, bălțile fără vegetație 25% și trestia 62% (Ing. Vidrașcu).



Acelaș fenomen de sedimentare ca în regiunea de deltă, se întâmplă și la râurile ce se varsă sau trec numai prin lacuri, cum e Ronul, care trece prin Lacul Genevei și Rinul prin Lacul de Constanța, pe care cu timpul le vor umple.

Cum vedem, activitatea nivelatoare a unui curs mare de apă se manifestă nu numai în regiunea de izvoare, unde dăruie și nivelează relieful scoarței, ci și în regiunea de confluență, unde prin sedimentare tinde să umple adâncăturile din scoartă.

Din momentul atingerii profilului de echilibru, activitatea cursului apelor este redusă numai la cea de nivelare și această activitate ia sfârșit numai atunci, când nivelarea reliefului regiunii este completă, odată cu care și cursul de apă încetează de a mai exista, rămânând redus numai la un fir de apă, care în meandre numeroase, leagă lin între ele o serie de bălți și de mlaștini, cum sunt în general gârlele mici din Câmpia Română (Gârla Colentinei).

**Cicluri evolutive. — Cicluri succesive de eroziune. — Terasse.**

Mai la toate râurile se observă, că după ce cursul apelor a divagat, formând în dreapta și stânga numeroase meandre, prin cari într-o lungă perioadă de bătrânețe a nivelat o largă fașie de teren, apa sa și-a erodit un nou pat mai adânc, prin care se scurge



Fig. 112. — Terassele a, b, și c, ale unui râu (d = aluviuni actuale).

acum. Pentru ca râul să reînceapă o nouă perioadă de întinerire, trebuie să admitem că în regiunea punctului său de bază cursul de apă a suferit o denivelare, fie prin adâncirea nivelului apelor în care s'a vărsat (lacuri, mări, oceane), fie prin o ridicare în bloc a uscatului pe care el își scurge apele. Și într'un caz și într'altul, pentru restabilirea unui nou profil de echilibru, activitatea sa se reînnoiește, patul începe a fi adâncit până la noul nivel, începând de la gura fluviului și propagându-se treptat spre izvor, atât la cursul principal cât și la toți afluenții săi, constituind un nou **ciclu evolutiv de eroziune** al râului.

Vechiul pat în care râul își adâncește noua albie, proporțional cu denivelarea, rămâne însemnat pe **flancurile** malurilor

prin suprafețe **nivelate** (Fig. 112), conservate aici -coale și acoperite de prundișurile vechilor aluviuni, numite **terase** sau **poduri** (Oltețul la Polovraci și Gîlortul în Câmpul Cărbunestilor, Gorj; Prahova la Cămpina și Breaza; Someșul la Cluj, unde are trei terase bine vizibile de pe vârful Hoia, toate trele acoperite cu prundiș destul de gros).

Și cum aproape la toate cursurile mari și mici de apă observăm mai multe serii de terase, dispuse în trepte, cele mai noi

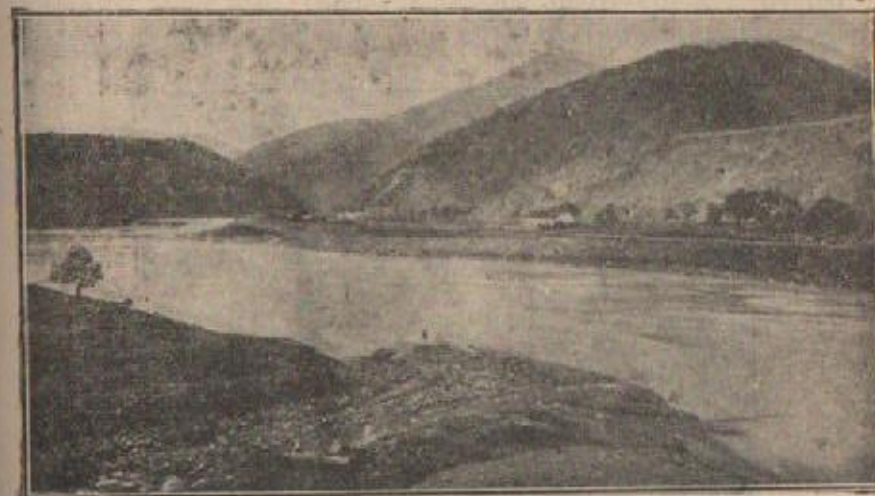


Fig. 113. — Oltețul la Ciinceni de Valea. Terassele Olteului și Canalul de defecție al pârâului Căminilor de Argeș (Voitești).

fiind mai aproape de actualul pat al apei; urmează că punctul de bază al râurilor mari a suferit mai multe denivelări succesive, marcate prin terasele lăsate de ciclurile de eroziune succesive corespunzătoare (Fig. 113).

Cauzele provocării reîntineririi activității cursului de apă și deci a reînceperii unui nou ciclu evolutiv, trebuie căutate în denivelări ce au avut loc fie în regiunea punctului de bază, fie în regiunea de izvor. Când denivelarea se produce la punctul de bază, izvorul său rămânând fix, terasele apar distanțate între ele în cursul inferior al apei; pe când, pe măsura ce ne apropiăm de izvor, ele se apropie până ce se confundă. Dacă denivelarea se datorește unei ridicări în regiunea de izvoare, terasele se unesc convergent în punctul de bază, care a rămas fix. Numai o ridicare în bloc a uscatului provoacă terase distanțate în mod gradat între ele.



În cazul când terasele unui râu prezintă anomalii în cursul lor, adică dacă ele nu se înlanțuiesc pe o linie regulată, ce ar face parte din linia unui profil normal de echilibru, prezentând de ex. într'un punct oarecare rupturi de pantă, aceasta ne arată că un fenomen tectonic ulterior formării lor le-a denivelat în acel punct.

### Sedimentele fluviale și caracterele lor.

Depozitele sedimentate de apele curgătoare, numite cu un termen general **aluvioni**, sunt reprezentate: prin conuri de dejecție, cu depozite **torențiale**, în cari elementele sunt de diferite



Fig. 114. — Nisipuri cu structură încrucișată, acoperite deasupra de lut (Câmpia Română).

mărimi, colțuroase și amestecate; prin **prundișuri**, **nisipuri** și **măluri nisipoase**, de multe ori alternând des-între ele, sau pătrunzându-se ca niște pene așezate (în lungime (delte), având elemente rotunzite, cele mai dure (de cuarț) chiar lustruite, cum se găsește în terase, în patul apelor și în delte, în limanuri, estuare și fjorduri, având toate o structură **diagonală încrucișată**, caracteristică (Fig. 114). Această structură se poate observa la toate carierele de pietriș din jurul Bucureștilor (Tonola), subsolul Capitalei fiind format de prundișuri mărunte și nisipuri, reprezentând depozite aduse de râuri în lacul cuaternar, ce ocupa o mare parte din Câmpia Română.

Observând cu atențiune prundișurile depusă de o apă torențială din regiunile carpatice, mai ales după o ploaie torențială,

găsim că alături de prundișuri și nisipuri se află și numeroase aglomerate mari rotunde de argile și prundiș, cari iau naștere la fel ca avalanșele de zăpadă; doar că aci rolul zăpezii îl joacă argila muiată, care prin rostogolire în apă, înglobează în masa ei frânturi de roce mai tari și bucăți de alte argile. Aceste avalanșe argiloase ajung câte odată la dimensiuni de mai bine de 1 m<sup>3</sup>.

În general aceste sedimente conțin puține resturi (scoici de *Anodonta*) de ale animalelor de apă ce au trăit în râuri; mai des însă conțin resturi de plante **carbonizate**, sau **silicifiate** (Valea Rudarilor, lângă Câmpu-Lung, în Mușcel) și resturi de mamifere (Elefant, Cal, Porc, Capră, etc.), cari trăiau pe uscatul străbătut de cursurile de ape și ale căror oseminte au fost sedimentate odată cu prundișul acestor ape (carierele de pietriș din jurul Bucureștilor, etc.).

### Influența rocilor asupra cursului apelor.

Natura rocilor influențează foarte mult asupra mersului eroziunii ca și asupra formei văilor.

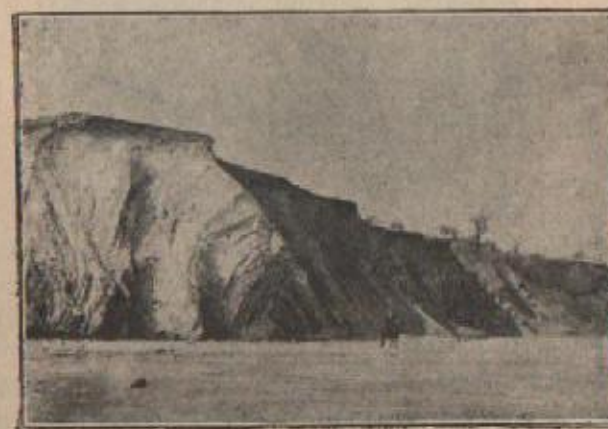


Fig. 115. — Terasa Teleajenului la Măneciu. În malul (drept) tăiat de apă se văd stratele cu gips ale Mediteranului (Voitești).

Astfel, în rocile moi ca prundișuri, argile cu blocuri, lössul, etc., eroziunea merge foarte repede, profilul de echilibru fiind repede atins. În ele văile se largesc mult prin dărâmarea malurilor bătute de cursul apei, care le roade baza; patul apei având tun-



dul lat, larg și mărginit de maluri cu pereți drepecți și destul de înalți (Fig. 115).

În rocele **poroase** — nisipuri și gresii poroase — din cauza pierderilor datorite infiltrațiunii ce apa râului încearcă, eroziunea merge mai încet, însă văile iau un profil normal.

În terenurile **compacte și nefizurate** (granite, gneisuri, calcare compacte, etc.), din cauza rezistenței rocilor, apele își eroeșc **chei (defileuri)**, cu pereți înalți și fundul îngust și adânc, în care apele, se roteșc în vârtej reșezi, cari, prin rotirea bolovanilor cu cari macină stâncile, contribuieșc în cea mai mare măsură la roaderea fundului și a pereșilor, căroră le minează baza (cheile Oltului,



Fig. 116. — Cheile Dâmbovicioarei, în Peșteră (Voitești).

Topologului, Argeșului și Vâlsanului în culmea cristalină a Coziei; Cheile Dâmbovicioarei în calcarele Pietrei Craiului; cheile Crișului repede în Munții Bihorului; cheile Turzii, etc.).

În calcarele **fizurate** și în **gresiile massive**, apele cari șerpuesc prin fizuri, le lărgesc, formând chei cu pereți drepecți și puțin înalți și cu fundul lat (Valea Carasu în Dobrogea); ori, prin dărâ-marea peșterilor, au pereșii înguști și înalți (Dâmbovicioara Fig. 116); sau ies la lumină prin escavațiuni, numite **nări** (Nările Sâhodolului, din sus de Runcu, Gorj); sau își trec albia pe sub poduri naturale (Podul dela Baia de Aramă, Mehedinți).

În terenuri **moi și impermeabile** cum sunt **argilele și marnele**, apele nu sufer nici o pierdere prin infiltrațiune, astfel că toată cantitatea de apă se scurge la suprafață, contribuind la ero-

ziune. Valea se adâncește destul de repede, formând la început un fel de chei ca în rocele compacte, cu fundul îngust, însă prin înmuierea și dărâmarea malurilor argiloase, valea deși încă rămâne strâmtorată la fund din cauza alunecărilor, pantele malurilor se îndulcesc repede, dând văii un profil în V foarte deschis.

În terenurile **variate**, în care roce dure alternează mai mult sau mai puțin regulat cu roce moi, cele moi se distrug mai repede ca cele dure, cari rămân în relief (Fig. 117). Când alternanța se

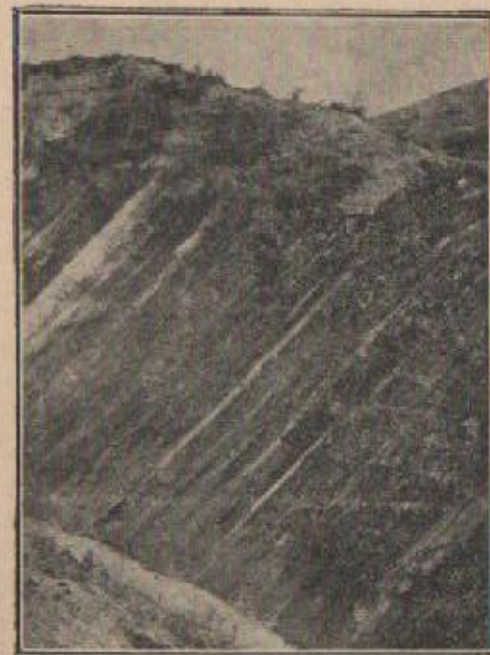


Fig. 117. — Alternanță de roce tari cu roce moi, Eocenul de la Boteni (Voitești).

face pe distanțe mai mari, deci când grupuri de roce moi alternează cu grupuri de roce dure; în dreptul grupului de roce dure, albia râului este mai îngustată și cu pante mai reșezi — **rapide** — sau chiar cu **cascade**; pe când în dreptul grupului de roce moi, valea este mai largă, cu patul lat și cu multe cotituri din cauza vitezei încetinite prin aluvionări, pe unele locuri patul fiind chiar împotmolit din cauza alunecării malurilor.

Cursurile mari de ape străbătând distanțe mari de teren, în parcursul lor pot întâlni toate felurile de roce, astfel că urmărind



patul unei astfel de ape, putem găsi toate formele de eroziune caracteristice diferitelor categorii de roce.

### Cursul apelor față de dispoziția stratelor în scoarță.

Nu numai natura stratelor influențează mult asupra cursului apelor, dar și felul cum sunt ele dispuse.

În regiunile cu **strate orizontale**, apele curgătoare săpându-și văile în mod uniform, condițiunile rămânând aceleași pe mari



Fig. 118. — Cascada Niagara (redesemnată după o fotografie).

distanțe, ele împart regiunea în porțiuni **tabulare**, numite **platouri**, cum este Dobrogea și Platoul Moldovei. Aceste platouri cu timpul se transformă, în spinări alungite cu marginile puțin rotunjite prin dărâmarea pantelor. Tot astfel se comportă eroziunea și față de vechile pene-plaine, complet nivelate ori nu, însă care sunt în general formate din roce uniform de rezistente.

Când între stratele erodate, patul văii întâlnește vreunul mai rezistent, de obicei un banc de calcar, patul apei se oprește mai

mult pe el; iar în punctul unde acest strat rezistent, dintr-o cauză oarecare este distrus sau a putut fi erodat, cursul apei formează acolo o **cascadă**. Și pe măsură ce capătul acestui strat se distruge, înaintează și cascada în aceeași măsură în direcția contrară cursului apei.

Un caz tipic ni-l prezintă Cascada Niagara, dintre lacurile Erie și Ontario, la limita dintre Statele Unite și Canada (Fig. 118).

Din cauza unui banc de calcar rezistent, apele Niagarei se precipită dela 50 m. înălțime, formând cea mai mare cascadă din lume (Fig. 119). Se constată că bancul acesta de calcar se distruge anual cu 1,30 m. în lungime, astfel că dacă raportăm această viteză anuală de retragere a cascadei, la distanța dintre locul ei actual și lacul Ontario, de unde probabil la început a pornit a se forma cascada, timpul pus de cursul de apă pentru a-și croi această porțiune de vale, lungă de 11 km. (între Ontario și Niagara), cu pârreții abrupti și înalți de peste 50 m., se evaluează la aproximativ 8500 ani.

**Rapide și cascade** iau naștere și pe traiectul văilor, care taie roce de diferite rezistențe, așezate vertical sau foarte înclinate în spre izvor (**cascade**), ori spre gură (**rapide**), stratele mai rezistente întârziând mersul eroziunii, pe când cele moi îl ușurează. La limita dintre stratele tari și moi patul formează o cascadă sau o rapidă, după direcția suprafeței de limită, ieșindul fiind constituit totdeauna din rocele tari. În regiunile **cutate** văile pot să-și croiască drumul, fie dealungul stratelor (**vale subsecventă**), fie deacurmezișul lor și în cazul acesta cursul apei poate să aibă scurgerea în direcția căderii stratelor (**vale consecventă**), sau în direcție contrară (**vale obsecventă**). Cum am văzut mai sus, când stratele tăluite de aceste văi sunt de diferite rezistențe (conglomerate tari și gresii) patul lor prezintă **rupturi de pantă** în cascade sau în rapide; în tot cazul văile obsecvente ajung mai încet la regularea patului (Valea lui Stan, Brezoi, Vâlcea) decât cele consecvente (cursul superior al văii Olăneștilor, Vâlcea).

În general patul văilor consecvente mai este caracterizat și prin formarea de **căldări** ale **giganților**, cari iau în totdeauna naștere la piciorul rapidelor prin formarea unui vârtej de apă. Apa rotindu-se, pune bolovanii mai grei într-o mișcare de rotație, cari bolovani cu ajutorul nisipului și pietrișului mai mărunț, macină ca o morișcă fundul rapidei, adâncindu-l și transformându-l în căldare.



Un caz frumos de astfel de căldări ni-l prezintă Păraul Puchenilor, în Mușcel, în cursul său superior, săpat în strate de gresii și conglomerate dure, cretacee.

Văile subsecvente urmăresc de obicei câte un strat mai puțin rezistent, având din cauza aceasta un profil **monoclinal** disimetric,

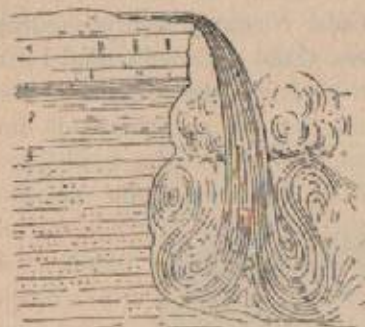


Fig. 119. Schema cascadei Niagara  
I = bancul de calcar; F = marnă;  
S = gresii (după Kayser).

cu un mal vertical în care ies capetele strateror răzate și cu celălalt inclinat ea și stratul rezistent pe spinarea căruia curge.

În general însă aproape orice vale este **disimetrică**, cu un mal abrupt și cu altul în pantă dulce, ceea ce ne vadește că nu numai înclinarea strateror este cauza disimetrii ei și alte cauze, între care cele mai importante par a fi: influența rotației diurne

a Pământului, influența [vânturilor dominante, precum și influența curenților apei afluenților (Dunărea de jos), cari pot face ca apele râurilor să roadă mai mult în spre un mal decât în spre celălalt.

De multe ori un curs de apă consecvent are cel puțin odată, dacă nu de mai multe ori, cursul său dirijat subsecvent.



Fig. 120. Vale sinclinală (a), vale de flanc (b) și vale anticlinală (c).

În regiunile cutate în mod regulat, unele văi pot urmări aceste cute în lung — **văi longitudinale** — formând **văi sinclinale** când lungese axa unui sinclinal (Jiul Românesc dela izvor până la Petroșani) și **văi anticlinale**, când urmărește axul unui anticlinal (Fig. 120). Dacă însă văile taie transversal cutele sau sistemele de cute, ele se numesc **văi transversale**, cum sunt mai toate văile cari taie Carpații și Subcarpații noștri și a căror direcție se datorește faptului, că cutele carpatice se lasă în trepte descendente din Carpați în Subcarpați și de aci spre Câmpie. De obicei când văile principale sunt longitudinale, afluenții lor au dispoziție trans-

versală și vice-versa; iar prin fenomenele de captare, ce se produc prin acești afluenți, un curs de apă principal poate ajunge să treacă, în unele părți din cursul său, dela direcții longitudinale la cele transversale și invers.

La văile transversale Carpaților, ca Oltul, Argeșul, etc., observăm de multe ori chei tăiate în massive de roce dure (Culmea Coziei) când alături putea să-și croiască valea în roce mai moi. Aceste văi — numite **epigenetice** — se datorează faptului că la început cursul apei a fost croit în rocele moi ce acopereau pe cele dure și prin adâncire au fost silite să-și urmeze adâncirea și în cele dure de desubt, neputând face altfel, firul de apă fiind ținut de maluri a-și păstra direcția și locul, deși pe alături ar fi întâlnit poate numai roce moi până la adâncimile la care curge azi. În Dobrogea (valea Carasu) se observă o categorie de văi, v. **antecedente**, cari au păstrat vechia direcție de scurgere înspre Dunăre, deși înclinarea regiunii s'a schimbat în sens opus, în spre mare, prin mișcări tectonice ulterioare croiei văii (VALSAN).

În regiunile cu roce superficiale dure și cele profunde mai moi, anticlinalele fiind mai repede erodate, din cauza ieșindului ce fac, decât sinclinalele, prin adâncirea văilor în rocele moi din inima anticlinalelor erodate, sinclinalele rămân în relief, formând crestele dealurilor, constituind aceea ce se numește o **învărsare de relief** (regiunea dealurilor dintre Ialomița și Prahova).

Linile de fracturi și zonele de scufundare au ca și cutele o mare influență directrice asupra cursului apelor. Astfel, fracturile punând în contact anormal strate de diferite rezistențe, ușurează eroziunea; pe când zonele de scufundare atrag spre ele cursurile de apă, cum e valea Iordanului cu Marea Moartă; cursul Rinului între Basel, și Mâinața, etc.

**Apele carpatice.** — Apele regiunilor carpatice românești, fie de pe versantul interior (transilvan), fie de pe cel exterior, prezintă în general văi transversale, cari colectate de Dunăre, se scurg în Marea Neagră. Din cauza că Carpații despart două regiuni joase și așezate la altitudini și cu înclinări deosebite, colectarea lor se face în puncte deosebite. Astfel apele principale ale versantului interior, după ce străbat aproximativ dela E la W Câmpia Transilvaniei și Munții Apuseni, sunt colectate de Valea Tisei, care în cursul său inferior curge ca și Dunărea în lungul Depresiunii Panonice, confluența Tisei cu Dunărea având loc în partea sudică a depresiunii. Dunărea după ce trece transversal Carpații, pe la



Porțile de Fier, cursul său urmărește un sistem de seufundături și fracturi, ce despart depresiunea joasă a Câmpiei Române de Platforma Prebalcanică și de Dobrogea, mai ridicate, ale căror capete le oculte pentru a ajunge pe la marginea sudică a depresiunii Moldovei de Sud și Basarabiei, la Marea Neagră.

Interesante sunt văile cursurilor de apă de pe versantul exterior al Carpaților românești.

În Oltenia apele taie aproape dela N la S munți, dealuri și câmpie, pentru a ajunge pe drumul cel mai scurt la Dunăre. În vestul Munteniei începând cu Argeșul și Dâmbovița, apele încep a se curba mai întâi spre SE, apoi direct spre E (Ialomița) și în partea de E a Munteniei, răsfrângându-se chiar în semicerc spre NE, cum este Buzăul și Râmniceul, care nu se mai varsă direct în Dunăre, ci prin intermediul Siretului, terasele malurilor lor drepte rămânând la toate dispuse în evantai.

Apele din Moldova și Bucovina trec dela direcția W-E, imediat la ieșirea lor din munți înalt, la o direcție S-E, adunându-se în trei mari cursuri colective, Siretul, Prutul și Nistrul și primele două înainte de a se arunca în Dunăre, sub influența depresiunii moldavo-basarabiane, au și ele tendința de a se arunca spre E.

Din această scurtă expunere, se relevă influența cea mare pe care depresiunea din sudul Basarabiei a avut-o în dirijarea cursurilor apelor carpatice de pe versantul exterior.

În general apele românești își au văile eroite în diferite timpuri, cele din regiunea înaltă din timpurile pliocene, unele poate chiar miocene superioare (Oltenia); pe când în regiunea de câmpie cursul lor a fost stabilit în Cuaternar, pe măsura umplerii resturilor lacului pliocenic.

La mai toate aceste cursuri găsim bine pronunțate trei terase: una inferioară, una mijlocie și alta superioară (la Olt cea inferioară cu 12—16 m, cea mijlocie cu 40—60 m, și cea superioară cu 80—120 m deasupra patului actual); terasele reprezentând diferite cicluri evolutive, datorite reînvierii activității erozive prin denivelările care s-au produs, fie în regiunile de câmpie, fie în regiunile înalte. Din studiul teraselor reiese că, Carpații și cu ei și Subcarpații, în timpurile dela începutul Cuaternarului, au suferit o ridicare în bloc și treptat de peste 1000 m; iar Câmpia Română a suferit scufundări treptate, mai întâi spre S, apoi spre SE, și în fine direct spre E; scufundări, cari au atras după ele și curbarea cursurilor

apelor în aceeași direcție, ele căutând să-și orienteze cursul după linia de cea mai mare pantă la fiecare nouă denivelare, lăsând astfel, în special cele din Muntenia orientată, terasele malului lor drept distanțate și desfiute în evantai (Valsan). Forța motrice ce ne-ar procura-o apa râurilor noastre, în caz de captare și utilizare rațională, se poate socoti la 1.500.000 cai putere.

### Apa lacurilor.

În felul cum considerăm o insulă față de continent, tot astfel considerăm și lacurile față de mări și oceane. Astfel lacurile pot fi de diferite mărimi și adâncimi; pot fi așezate la diferite latitudini; tot astfel ele se pot găsi mai depărtate sau mai în apropiere de țărmul mărilor, sau chiar unite cu ele prin porțițe de comunicare. Astfel avem: Lacurile Mari ale Americii de Nord; lacurile Asiei; lacurile Africii Centrale; lacurile Elveției; lacurile Rusiei; limanurile Basarabiei; bălțile Dunării; lacul Razelm în Dobrogea, etc., etc. Tot ca lacuri pot fi considerate și Marea Caspică și Marea Moartă, ele neavând legături deschise cu mările.

După originea lor, lacurile pot fi de două feluri: lacuri marine, când ele reprezintă părți izolate din mările apropiate, sau resturi de ale mărilor geologice, cari s'au izolat și s'au păstrat încă pe continent, având cel puțin la început o apă marină, sărată, ca Marea Caspică, lacul Aral, lacul Baikal, etc., și lacuri continentale, formate de apele dulci de scurgere la suprafața continentelor, adunate în unele adâncături ale scoarței continentale, cum sunt în general lacurile Elveției. Aceste adâncături pot naște în mai multe feluri: prin eroziune; prin disoluțiune de roce, cu scufundare (în regiunea masivelor de sare); prin scufundări tectonice (Marea Moartă); prin acțiunea de geluire a ghieturilor (lacurile Elveției și cele din Carpații noștri); în golurile vechilor cratere vulcanice (Lacul Sf. Ana); prin alunecarea munților și dealurilor în văi pe care le astupă, cum a fost la 1838, când s'a format lacul Gileos, în Comit. Ciucului; etc.

Ca privire la compoziția sa, apa lacurilor poate fi dulce, salmastă sau sărată, după cantitatea de săruri ce conține în disoluțiune; cantitate care depinde în prima linie de cantitatea și felul apelor ce le alimentează, ea și de clima ce stăpânește regiunea în care ele se găsesc. Astfel, un lac care primește multe ape dulci și care se găsește situat într-o regiune cu o climă cu



multe precipitațiuni atmosferice, va avea apă dulce sau indulcită, chiar dacă a fost sărat la început; pe când un lac așezat într-o climă de stepă caldă și uscată, sau într-o pustie și care nu primește ape dulci suficiente, va deveni sărat, chiar dacă n'a fost la început. Este de sine înțeles că pentru geologie n'au importanță mare decât lacurile permanente nu și acelea ce au apă numai în sezoanele ploioase sau cele făcute artificial, cum sunt ghiolurile și bălțile artificiale.

### Activitatea geologică a apelor de lacuri.

Comparativ cu apele de scurgere și cu apa marină, activitatea apei lacurilor este foarte redusă. În special lacurile ce se găsesc pe traiectul unui curs mare de apă, L. Genevei pentru Ron și L. Constanța pentru Rin, etc., ele îndeplinesc față de aceste râuri un rol dublu. Unul constă în o **regulare a debitului lor**, făcând ca în timpul de creșteri peste normal a apelor în cursul superior, această creștere să nu se resimtă de loc sau se resimte foarte slab în cursul inferior, suprafața întinsă a lacului primind și împrăștiind plusul de apă. Al doilea rol constă în **limpezirea** apei râului la trecerea sa prin lac și aceasta în special din cauza micșorării vitezei de scurgere a apei, care mijlocește sedimentarea aproape a tuturor impurităților conținute în suspensiune de apa râului.

Acțiunea valurilor asupra țărmurilor este foarte redusă, în special la cele mici; în general însă această acțiune se resimte mai ales în timpul vânturilor puternice, când prin izbire ele pot fi distruse și nivelate dela nivelul apei în sus, întinzându-și platforma țărmureană din ce în ce mai mult spre uscat, reproducând astfel în mic, fenomenele litorale, ce se petrec la mări și oceane.

Și dacă, fie prin evaporare sau prin vre-o legătură de scurgere mai joasă, nivelul apei lacului scade, suprafața platformei țărmurene, **nivelată** de bătaia valurilor și acoperită de **prundișurile** și **nisipurile** născute din distrugerea țărmului, rămâne ca o treaptă — **terasă** — ce se întinde de jur împrejurul lacului, la o înălțime egală cu distanța cu care s'a scoborit nivelul apei.

În general tot materialul distrus de valuri din regiunea de țărm, ca și acela adus de apele ce se scurg sau trec prin lac, se **sedimentează**, cele mai grele (prundișurile) mai spre țărm, cele ușoare (nisipul și mălul) mai spre interior, acoperind astfel fundul lacului de **depozite terigene**, amestecate de cele mai multe ori

cu depozitele de natură **organică** cum sunt: creta de apă dulce, resturi de scoici și de melci, precum și numeroase resturi de plante, etc. În general aceste depozite prezintă o structură diagonal încrucișată (vezi fig. 114 pag. 186).

**Lacuri sărate.** — Interesante din punctul de vedere al rocilor de precipitare, sunt lacurile sărate din regiunile de stepă uscată și caldă, cari din cauza evaporațiunii intense, ajung în totdeauna la o concentrațiune atât de puternică încât sedimentează, prin precipitare, sare și gips, în cantități destul de mari.

Sărurile precipitate sunt înlocuite în marea majoritate a cazurilor în timpul viiturilor noi, ele fiind aduse de apele de scurgere, cari în timpul scurtelor sezoane ploioase iau sărurile acestea din rocile formațiunilor vecine ce le conțin. Uneori aceste lacuri sunt alimentate de izvoare sărate, cum este cazul lacurilor noastre sărate, între cari Lacul Sărat de lângă Brăila.

După compoziția chimică a sărurilor ce conțin, ele se pot împărți în: **lacuri propriu-zis sărate**, în apa cărora predomină Cl Na (sarea), cari sunt și cele mai numeroase; **lacuri amare**, cari, pe lângă sare, conțin foarte mult  $\text{SO}_4$  Na și  $\text{CO}_2$  Na<sub>2</sub> (sarea amară), cum sunt lacurile din Egipt, Asia Mică, Persia, India și o mare parte din lacurile sărate ale Câmpiei Române; și **lacuri borice** cari pe lângă sare și alte săruri, mai conțin și **borax** ( $\text{B}_4 \text{O}_7 \text{Na}_2$ ) cum sunt unele lacuri din Toscana, Tibet, Persia și California.

Cum ceva sare sau Cl și Na care ar putea forma sarea se găsesc în mai toate formațiunile geologice, s'a crezut că se poate admite părerea, că depozitele de sare din regiunile cu massive de sare, au luat naștere pe aceeași cale, ca și sarea lacurilor actuale din regiunea de stepă, mai ales din stepa caldă și uscată (WALTHER).

Însă, grosimea mare a numeroaselor massive de sare pură, care atinge sute și uneori chiar o mie de metri, ca și întinderea lor pe suprafețe enorme, nu pot fi explicate satisfăcător, numai prin concentrațiunea apelor acestor lacuri de pustiu, în care stratul de sare, mai întotdeauna nu pură, d'abia dacă ajunge la grosimea de câți-va metri.

### Apa mărilor și oceanelor. — Apa marină.

Apa mărilor și oceanelor ocupă marile depresiuni din scoarța globului, acoperind astfel cu un strat gros de apă aproape  $\frac{3}{5}$  din suprafața globului terestru.



Condițiunile fizice și bionomice ale apelor marine ca și faciesurile petrografice și paleontologice ale mărilor actuale fiind studiate în capitolele anterioare (pag. 36—43), ne rămâne acum de studiat numai acțiunea lor geologică asupra scoarței globului.

Acțiunea geologică a apei marine se manifestă ca la toți agenții modificatori externi, prin fenomene de **distrugere**, de **transportare** a materialului distrus și fărâmițat și de **sedimentare**.

Acțiunea de **distrugere** a apelor marine se manifestă exclusiv în regiunea de țărm, fie el continental, fie el insular. Apa marină pusă în mișcare prin valuri, prin marea, curenți, dar mai ales

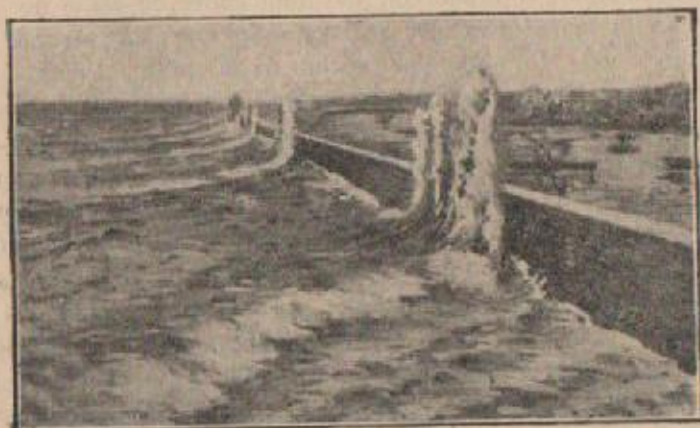


Fig. 121. — Valurile marine, izbindu-se de digul unui port.

prin vânturi, are o putere de izbire extraordinară asupra rocilor ce constituiesc țărmul. Astfel, după unele calcule făcute din Scoția, această putere, socotită cu dinamometru și pe metrul pătrat, ajunge vara la o mijlocie de 3000 kgr. și iarna până la 10.000 kgr., iar pe timp de furtună chiar până la 30.500 kgr., putere de presiune.

În bătaia lor ritmică, valurile izbesc neconținut țărmul și acțiunea lor distrugătoare stă în raport direct cu **direcția de propagare a valurilor**, ca și cu **natura și dispoziția rocilor** ce constituiesc țărmul. Astfel, valurile, cari vin perpendicular pe linia litorală, au maximum de efect distrugător, pe când cele ce izbesc țărmul sub un unghi oarecare, efectul lor este cu atât mai slab, cu cât unghiul este mai mic, reducându-se aproape complet, în cazul când direcția valurilor este paralelă cu linia de coastă.

De asemenea, dacă țărmul este jos, formând o întinsă plajă de nisip, puterea de distrugere a apei este complet anihilată prin frecarea ce o întâmpină valurile în mersul lor de înaintare peste plajă.

Cu totul altfel se petrec lucrurile dacă țărmul este abrupt. În cazul acesta valurile, izbindu-se cu putere de peretele stâncos al țărmului (Fig. 121), tășnesc în coloane mari de apă spumoasă, ce se ridică câteodată până la 50 m. înălțime, trecând peste țărm când el nu-i prea înalt, de cele mai multe ori însă răsfrângându-se înapoi spre larg. Puterea valurilor în cazul acesta este enormă, ele pot smulge blocuri de rocă de sute și chiar mii de kilograme, pe cari le depărtează puțin de țărm în retragerea lor, spre a izbi din nou stânca cu ele, ca cu un ciocan puternic, când valurile revin. Prin izbirea lor ritmică, în mișcarea de du-te-vino ce imprimă materialului distrus, valurile fărâmițesc din ce în ce mai mult blocurile smulse țărmului, lustruind pe cele mai dure prin frecare între ele, transformându-le în cele din urmă pe toate în **pietrișuri**, **nisipuri** și **măl argilos fin**; care cu timpul sunt târate și depuse cu atât mai departe de țărm cu cât sunt mai fine.

Acțiunea valurilor asupra țărmului stâncos, are ca rezultat imediat **roaderea** și **măcinarea** bazei sale, la nivelul bății apei; **roadere**, care se însemnează prin scobituri din ce în ce mai largi și mai adâncite în spre uscat. Partea de stâncă care spânzură deasupra scobiturii, ne mai având pe ce se sprijini, se dărâmă, măbind cantitatea blocurilor cu care valurile ciocănesc neîncetat în izbirea lor malul, scobindu-l și dărâmându-l încontinuu. Prin această acțiune de distrugere a valurilor în locul țărmului distrus se formează o **platformă litorală** puțin înclinată spre mare și care continuă, în spre uscat, **platforma soclului continental**. Și înaintarea platformei litorale în spre uscat nu încetează decât atunci, când țărmul s'a depărtat atât de mult, încât puterea de înaintare și de izbire a valurilor să fie anihilată prin frecarea lor de suprafața oblică a platformei litorale (Fig. 122).

Este natural că atât felul rocilor, cât și poziția lor față de direcția de înaintare a valurilor, să aibă o influență destul de mare asupra acțiunii acestora, fie încetinând-o, fie ușurând-o.

Astfel, de ex., un țărm argilos sau nisipos, cum este țărmul Mării Negre la Mamaia, este mult mai ușor dărâmat și transformat destul de repede în plajă, decât unul calcaros (Promontoriul Constanței) sau o stâncă de granit, care prin tăria lor opun o rezis-



tență mare la dărâmare prin bătaia valurilor. De asemenea, un țărm format de roce ale căror strate înclină în spre mare, este mai greu dărâmat, prin aceea că puterea valului se pierde prin frecare, înaintând pe panta stratului; pe când un țărm format de roce, ale căror strate înclină în sens opus mării, este mai ușor dărâmat, stratele rocilor prăbușindu-se unele după altele, pe măsură ce scobitura în țărm, le-a retezat aproape complet, la nivelul bătaii valurilor.

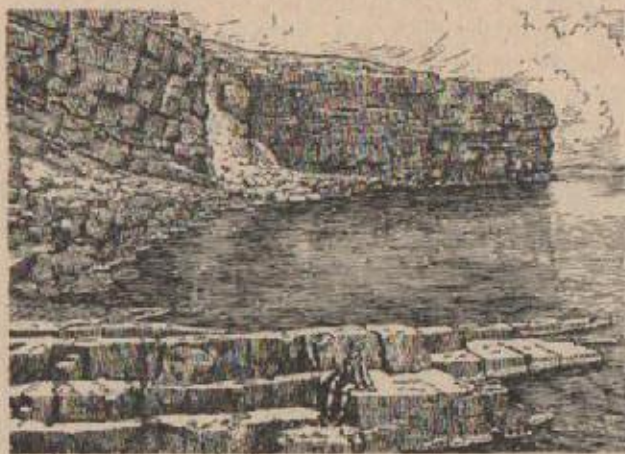


Fig. 122. — Un colț de pe Insula Șerpilor, ros de valurile Mării Negre (redesemn, după o fotogr. a Bul. Soc. Geogr. Rom.).

Și regiunile de cute au o influență mare asupra modului de a fi atacat țărmul de valuri. În general în apropierea depresiunilor marine, cutele sufer o scufundare treptată, până ce dispar sub nivelul apei: apa mării formând golfuri; care intră de multe ori adânc în uscat, în zona sinclinalelor, pe când uscatul formează promontorii, ce pătrund în mare în dreptul anticlinalelor, cum este țărmul oriental al Adriaticei și în special Coasta dalmatină.

În privința raportului între cute și țărm se pot distinge două tipuri. Un tip **transversal**, care predomină în Atlantic și în care stratele prezintă capetele în spre bătaia valurilor, rocele moi ocazionând golfuri și adâncituri variate în uscat; pe când cele rezistente ies în relief sau formează promontorii, ce înaintază mult în mare (Finister). Al doilea tip este cel **longitudinal**, cutele fiind mai mult sau mai puțin paralele cu țărmul, tip care predomină în Oc. Pacific.

Cum vedem, activitatea de distrugere a valurilor asupra țărmului, face ca acesta să se retragă neconținut spre interiorul uscatului, retezându-l de la nivelul bătaii valurilor și transformându-l în platformă litorală.

Multe din insulele și stâncile, ce însoțesc de aproape țărmul mărilor și oceanelor actuale, nu reprezintă decât mărturii neșterse încă, de locul pe care îl ocupă țărmul mai înainte (Dalmația, Anglia, Norvegia, Franța, Danemarca, etc.).

Această retragere a țărmului nu poate continua la infinit, ea

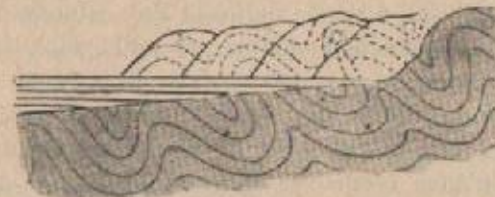


Fig. 123. — Înaintarea treptată a unei transgresiuni (abraziuni) marine. Deasupra nivelului actual al apei sunt redată 4 stadii anterioare ale țărmului.

trebuie să se oprească atunci când lățimea platformei litorale a ajuns la maximul ei de dezvoltare, și deci când prin frecare se anihilează întreaga putere de distrugere a valurilor.

Dacă ne-am închipui însă că un țărm oarecare, pe măsură ce-i distrus de valuri, suferă în același timp și o mișcare înceată de scufundare, atunci înaintarea platformei litorale nu încetează nici ea, decât atunci, când, după ce s'a oprit mișcarea de scufundare a uscatului, se stabilește un nou echilibru între puterea valurilor și lățimea platformei. Suprafața nivelată de valuri în cazul unei înaintări progresive a mării se numește **suprafață de abraziune** marină și cu ea încep în totdeauna depozitele geologice dispuse **transgresiv** peste altele mai vechi decât ele, indicându-ne o **transgresiune marină**, adică o extindere a apelor marine peste regiunile continentale ce formau uscatul vecin (Fig. 123).

Cum platforma litorală nu este de cât o continuare directă a soclului continental, trebuie să admitem că soclul continental actual nu reprezintă altceva, decât o platformă litorală, scufundată și lărgită în una din perioadele mai lungi de scufundare a țărmului marin.

Și cum limita actuală a soclului continental spre regiunile bathiale, de unde începe panta repede de scufundare spre adâncimile mari ale mărilor și oceanelor, se găsește la o adâncime



aproximativ de 200 metri, trebuie să admitem că pentru formarea soclului în întinderea sa actuală, uscatul ce formează țărmul a suferit o scufundare treptată de 200 m.

Dacă însă uscatul ce formează țărmul, suferă o mișcare treptată de ridicare, atunci marea retrăgându-se, acțiunea litorală a valurilor asupra țărmului încetează dela sine, țărmul rămânând acoperit de o întinsă plajă nisipoasă sau măloasă — o **terasă marină** — în care râurile încep a-și eroi paturi ce se adâncesc până la noul nivel al mării. Și activitatea distrugătoare a valurilor nu va reîncepe decât cu o nouă perioadă de scufundare a țărmului, care să readucă nivelul apei marine cel puțin până la cel anterior ridicării. Un exemplu în privința aceasta ni-l prezintă țărmul european al Atlanticului, dealungul căruia se constată, că albiile cursurilor mari de ape actuale, se continuă mult și în soclul continental, prin scobituri adânci, ceea ce arată, că regiunea lor de vărsare a fost scufundată, după o perioadă de ridicare, în care ele își săpaseră albiile în soclul exondat.

**Transportul și sedimentarea materialului.** — Materialul dărâmat de valuri din rocele țărmului și sfărâmat prin frecare, izbire și rostogolire, în mișcarea de dute-vino ce le-o imprimă valurile, este oarecum ales de apa marină. Astfel, materialul cel fin, argilos, rămânând mai mult timp în suspensie în apă, ajunge până în regiunile bathiale, pe când pietrișurile și nisipurile sunt duse la depărtări mai mici de țărm, sedimentându-se în regiunea litorală. Între aceste două zone este depus pe soclul continental numai nisipul mai fin și cel mălos.

Dintre aceste sedimente numai cele ce se găsesc în regiunea litorală nu rămân liniștite, căci puterea valurilor făcându-se simțită până la adâncimi ce ating zeci de metri, ele sunt veșnic mișcate din loc în loc, după direcția de propagare a valurilor.

Așa de ex. un bob de nisip din regiunea litorală, sub impulsul valurilor perpendiculare pe țărm, va face numai mișcări de dute-vino, înaintând și retrăgându-se pe platforma litorală împreună cu valul. Dacă valul este oblic pe linia de țărm, atunci bobul de nisip nu se mai întoarce la locul de unde a plecat, ci ceva mai în spre dreapta sau mai în spre stânga, după oblicitatea direcției valurilor, și astfel prin o mișcare în zig-zag el poate străbate distanțe mai dealungul coastelor.

Puterea aceasta de transport a valurilor crește cu cât direcția lor de propagare se apropie de o linie paralelă cu coasta, când

materialul ușor de transportat, prin suprimarea zig-zagurilor, face drumul mai lesnicios și în o durată mai scurtă de timp. De obicei direcția valurilor rămâne mult timp constantă, ele fiind datorite vânturilor, care mai ales cele constante, își păstrează multă vreme aceeași direcție.

Nu tot aceeași constantă găsim și la linia de țărm, care, din cauza felului variat al rocilor și al poziției lor în fiecare punct considerat, poate prezenta variațiuni cu intrând (golfuri) și ieșind (capuri), uneori chiar pe scurtă distanță.

Astfel, dacă, de ex., valurile ce se propagă paralel cu țărmul, prin o răstăcire a acestuia la un promontoriu, ele îl izbese perpendiclar, tot nisipul transportat se oprește aici, formând o plajă nisipoasă întinsă. Din contră, dacă țărmul face o întorsătură contrară, un golf de exemplu, curentul format de valuri nu se curbează și el după coastă, ci continuă drumul drept în direcția avută, formând un **dâmb** de nisip în prelungirea coastei paralele cu el, care dâmb — **cordon litoral** — cu timpul poate crește și astupă complet comunicarea golfului cu marea, transformându-l într-o lagună. Lacul Razelm din Dobrogea se găsește în categoria aceasta, sub influența vânturilor de N și NE, el fiind transformat din golf în lagună, apoi în lac, care nu mai comunică azi cu marea decât prin o porțiță săpată în dâmbul de nisip, ce i-a închis legătura cu marea. Tot astfel au fost și gurile Dunării, la început un mare golf, transformat în liman și în urmă limanul umplut cu aluviuni.

Uneori se întâmplă să se întâlnească două curenți paralele cu coasta, care au direcții contrarii. La locul de întâlnire, care coincide de obicei cu strâmtoarea ce separă vreo insulă de continent, se formează o limbă de dâmburi nisipoase, care în cele din urmă leagă insula printr'un uscat cu continentul.

Considerând în general depozitele ce iau naștere din distrugerea malurilor, găsim că ele potrivit mărimii lor, se găsesc distribuite și sedimentate dela țărm până în regiunea bathială, cele mai mari, **pietrișurile și nisipurile**, în regiunea litorală și **neritic-litorală**; cele **nisipoase fine și nisipoase măloase**, în regiunea **neritică** propriu zisă, peste soclul continental; iar cele cu totul fine — **mălul văzos** — ajung până în regiunile bathiale. Regiunile abisale nu sunt deci de loc influențate de țărm. Din toate aceste depozite, cele care prezintă o mare constantă în sedimentare, sunt cele bathiale. Atât cele neritice și mai ales cele litorale, putând prezenta variațiuni mari atât ca constituție cât și ca grosime; ele



pot chiar lipsi, ca de ex. pe fundurile stâncoase bătute puternic de valuri, ori din cauza deselor oscilațiuni de înaintare și de retragere a mării, în zona soclului continental, lipsă care în termen geologic o numim **lacună**.

#### b) — Apa în stare solidă.

În timpul iernei la noi și în tot timpul anului în regiunile polare, ea și pe crestele munților ce trec de 2500 m. înălțime, vaporii din atmosferă, din cauza temperaturii scăzute la 0° sau sub 0° C., nu mai cad sub formă de ploaie, ci sub formă de ace fine de gheață, cari se îmbină în forme regulate geometrice, dând naștere la ceea ce numim fulgi de zăpadă. Apa râurilor, a lacurilor, ea și a mărilor polare, îngheață și ea la suprafață formând



o scoartă de gheață cu atât mai groasă, cu cât gerul este mai puternic.

De altfel, când vaporii de apă ajung în regiunile superioare ale atmosferei, se găsesc în orice anotimp sub formă de ace fine de gheață, cari plutesc sub formă de şuvițe alburii de nori (Cirrus).

Dacă în general zăpadă, ea și fenomenele de îngheț și desgheț, ajută pe o scară destul de întinsă la desagregarea rocilor desgolite, gheața sub orice formă s'ar prezenta ea, are un rol geologic destul de important, rol despre care, în mic, ne putem da seamă și la noi primăvara, când gheața râurilor noastre mai mari se rupe în sloi și cari prin vânturi și valuri se îngrămădesc în anumite puncte, provocând inundații puternice, cu ruperi de maluri și distrugerea a tot ce întâlnește în calea lor, ca șlepurii, vapoare (Dunăre), mori, etc.

**Ghieturile polare.** La cei doi poli ai Pământului, din cauza

gerului continuu ce domnește acolo, apa mărilor polare îngheață, formând două puternice **calote de gheață**, ce acoper mare și uscat; calote mărite în continuu prin zăpezile cari cad perpetu, prin ruperi și îngrămădiri mari de sloiuri, ca și prin adaosuri de ghieturi noi, prin înghețarea a noi strate de ape, mai ales în timpul nopților polare, când soarele șase luni dispăre de la orizont aproape complet. Ghieturile polare au fost mai bine studiate pe suprafața uscatului marilor insule, ca Groenlanda și Spitzberg, în regiunea Polului Nord, numite **ghiaturi continentale** sau **inlands-eis** (în Scandinavia).

Astfel Groenlanda, cu o suprafață de un milion și jumătate km<sup>2</sup>, este acoperită de o puternică calotă de gheață, care ocupă tot centrul insulei ca o spinare puțin curbă și groasă de peste 1000 m., acoperind complet munți și văi. Dela centru gheața se revărsă spre margini unde este ceva mai subțire, astfel că vârfulurile de stânci străbătând-o, răsar din masa de gheață. Ea înaintază până la marginea oceanului, unde spintecată de stâncile mai răsărite ale malurilor se oprește, topindu-se în timpul sezonului de vară, așa că numai în anumite văi, ea înaintază sub formă de limbi mari de gheață, cari ajung chiar până în apă. Ajunsă la apă, prin mișcarea valurilor, limba de gheață este ruptă în bucăți, care sub forma de **sloi mari** sau **ice-bergs**, plutesc pe întinsul marginilor Oceanului Înghețat; ei fiind de multe ori târați de curenții reci marini și mai spre Sud, în apele Oceanului Atlantic (Fig. 124). Un sloi de acestea este foarte puțin vizibil, el neșind din apă decât cu 1/8 din volumul său total, astfel că prezența lui neobservată la timp în drumul vapoarelor, poate provoca, prin ciocniri, naufragiarea vasului, cum s'a întâmplat vaporului „Titanic” acum câțiva ani. Acești ghietoi sunt foarte numeroși în regiunea din apropierea mărilor polare și plutesc până ce se topesc complet, împrăștiind astfel toate părțile, bucățile de roce luate și înglobate în masa ghietei, din subsolul Groenlandei.

Pe continentul Polului Sud, aceste ghieturi ocupă suprafețe enorme, având grosimi așa de mari, încât numai vârfulurile cele mai înalte se ivesc desgolite din masa calotei.

**Ghietarii.** — În văile superioare din regiunea zăpezilor perpetue ale munților înalți, se găsesc acumulate mase mari de gheață numite **ghietații**. Ghietații ca și zăpezile perpetue se găsesc sub toate latitudinile. Spre poli ei apar la altitudini foarte joase, apropiindu-se ca formă de tipul calotelor de ghieturi continentale,

Fig. 124. Un ghietaț nordic (sus)  
Un ghietoi plutind (jos).



cum sunt în Scandinavia; pe când în regiunea temperată, ei se formează numai în văile din jurul creștelor ce trec de 2500 m. (Alpi). În regiunile tropicale însă, ei se formează numai în văile din jurul creștelor ce trec de 4000 m înălțime (Kilimanjaro, Kenia, etc.).

Formarea ghietașilor este datorită îngrădării zăpezilor an cu an (Vezi Fig. 127 pag. 208) în regiunea de izvoare a văilor nuntorilor înalți, dând naștere la aceea ce se numesc **zăpezi perpetue**. Ingrădărită acestora nu sunt datorită numai zăpezilor de ninsore, ci mai ales ele provin prin alunecarea și rostogolire a cantități mari de zăpadă imuniată de căldura zilelor vărate, de pe pantele



Fig. 125. — Ghietașul „Mer de Glace” în Massivul Mont-Blanc, (Tocșești).

creștelor și vânturilor din jurul basinelui de recepție. Massele de zăpadă ce se rostogolesc, numite **lavine sau avalanșe**, iau naștere cam în modul cum fac copii bulgări de zăpadă, prin rostogolire, când ea este apăsătoare. Aceste lavine iau celeodată dimensiuni enorme, distrugând totul în drumul lor mai ales când mările ajung în văile populate. Afară de lavine, mai cad și blocați de ghiță din mici ghietași suspendați pe tăpșanele stâncilor mai înalte, cari se îngăduiesc astfel umplând valea basinelui de recepție. Bazele de recepție cu timpul, prin acțiunea distrugătoare a zăpezilor și a ghietașilor ce cad, se transformă într-un eiv cu pereți abrupti și cu fundul lat și scobit, numit **căldare, zănoacă sau cămuri** (în Munții Gojului). În aceste căldări, prin îngăduire și presiune, zăpada perpetuă devine mai sgmenturoasă, apoi prin alimențarea și unirea bobilelor formate cu noi cantități de ghiță și

prin înghețarea apei, care se infiltrează dela suprafață în timpul zilelor calde, ea devine ceva mai compactă; însă totuși opacă și albărie din cauza bulelor de aer, ce încă conține. Numai cu timpul prin presiune și alimentarea continuă a bobilelor, masa sa devine cu totul compactă, iar prin eliminarea aerului, ghița ghietașului astfel format, devine mai transparentă și de o culoare verzuie.

În general ghița ghietașilor prezintă o stratificație uneori bine pronunțată, datorită straturilor formate la diferite epoci, corespunzătoare îngăduirilor produse de zăpezi în sezoanele prietnice, cum de obicei se vede la noi iarnă la zăpeșile groase, depuse la intervale deosebite, în care timp vântul a putut intercala mici zone de praf.

Ghița aceasta este foarte plastică, ceea ce o face ca să se comporte ca o materie viscoasă; iar temperatura sa se menține în continu în apropierea punctului de fuziune. Astfel la suprafața ea este aproape de 0° C, variind puțin după sezoane; pe când în profunzime, din cauza presiunilor exercitate de masele enorme de ghiță de deasupra, care poate atinge mai multe sute de metri, acest punct este scobort în raport cu presiunea, temperatura ghiței ajungând să fie foarte scăzută (—25°).

Ghietașul odată format nu stă în loc, ci grație plasticității ghiței, grație pantei înclinate a patului văii în care a luat naștere și mai ales grație presiunii ce o exercită cantitățile noi de ghiță, ce se formează deasupra, în regiunea de ghiță, alimentare, masa sa începe a se scurge încet la vale, înlocuind cum s'ar scurge o materie vâscoasă (Fig. 125).

Prin diferite observațiuni, fie însoțind pe țărni și peste ghietaș o linie dreaptă cu jaloane înfipte adânc, ori cu pietre colorate, sau prin observațiuni mai de precizie, făcute cu instrumente de vizat, s'au putut stabili și legile înaintării ghietașului. Astfel, s'a putut constata că, viteza cea mai mare de scurgere a ghiței este către mijlocul ghietașului și că, această viteză crește în raport cu panta și cu grosimea ghiței dela fund spre suprafață, fundul ei și țărni provocând o întârziere din cauza frecării;



Fig. 126. Schema înaintării unui ghietaș (1—5 jaloane de reper).



deasemenea viteza crește de la punctul de origină către punctul de scurgere, variind astfel și în lungimea pantei (Fig. 126). Această viteză este foarte mică (0,025—1,25 m pe oră) și lăsând de o parte diferențele mari de la un ghietaș la altul, datorite condițiilor de grosime, de pantă, de lungime, etc., această viteză comparată cu aceea a unui râu, ea este aproximativ de 10.000 de ori mai mică la ghietaș.

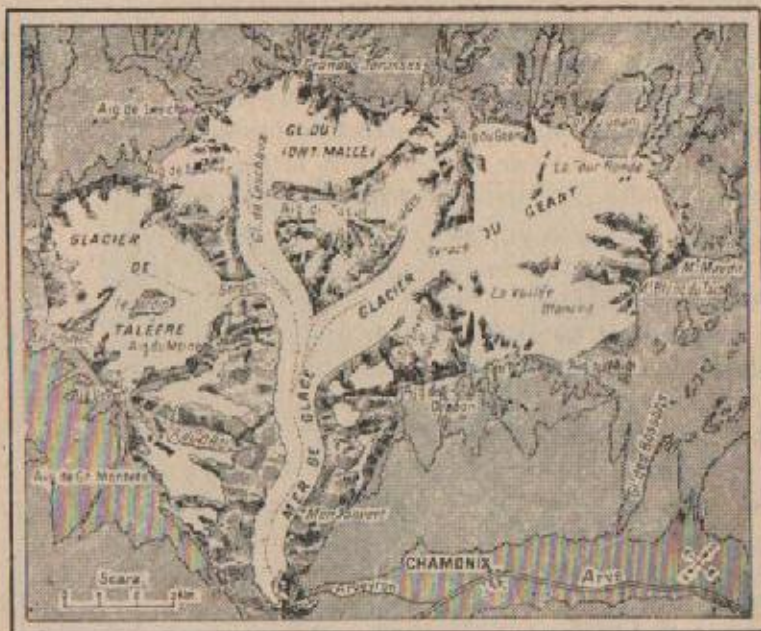


Fig. 127. — Basinul de alimentare al ghietașului „Mer de Glace”.

De altfel linia de maximum de scurgere, ca și la râuri, nu corespunde totdeauna cu mijlocul geometric al suprafeței ghietei, ci ea se deplasează în dreapta sau în stânga, apropiându-se de maluri, mai ales acolo, unde face cotituri.

În mersul său masa ghietașului este spintecată de o mulțime de crăpături numite crevasse, dispuse unele **marginal** și **oblice**, fiind datorite piedecilor ce stâncile malurilor opun ghietei; altele așezate **transversal**, datorită săriturilor în cascadă ale fundului văii, în care curge ghietașul, și în fine, în regiunea terminală într-o deschizătură de vale mai largă, față de îngustimea văii de până aici, el prezintă spintecături **longitudinale**, care-l resfiră în evantai.

Dacă două sau mai multe văi cu ghietași se unesc, se unesc și ghietașii lor, formând astfel un **ghietaș compus** mai mare (Fig. 127).

Limita inferioară până unde poate să înainteze ghietașul, poate fi ceva mai joasă ca nivelul zăpezilor perpetue și ea poate să mai varieze și în raport cu expunerea văilor, înaintând mai mult în văile expuse spre N., ca în cele expuse spre Sud. Această limită mai poate varia și cu cantitatea zăpezilor căzute în basinul de alimentare (căldare, deci cu umiditatea atmosferică anuală, ca și cu scăderile de temperatură mijlocie anuală, ce ar prezenta regiunea. Așa dar toate aceste variațiuni cari influențează direct

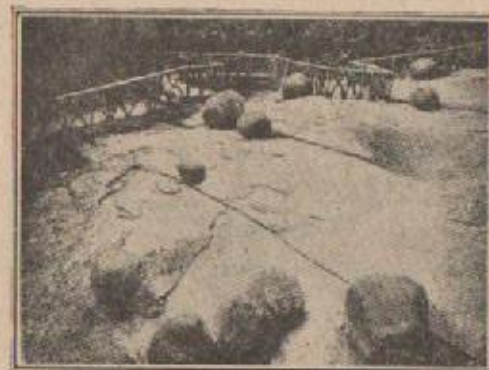


Fig. 128. — „Grădina Ghietașilor”, din Lucerna (Elveția). După fot. Schröder et Comp., Zürich.

regiunea căldării de alimentare, se resimt la capătul ghietașului tocmai după câțiva ani, din cauza slabei iuțeli de scurgere a ghietei. În tot cazul capătul ghietașului înaintează atât, cât temperatura regiunii îi permite, căci de la o limită oarecare, căldura regiunilor mai joase îl topește pe măsură ce el înaintează, dând naștere unui curs constant de apă (Ronul, Rinul, etc.).

Exceptând regiunile crevasate, ce spintecă gheața în coloane de diferite forme și mărimi, suprafața ghietașului nu este niciodată netedă, ci întocmai ca și aceea a unui curs de apă sau mai bine ca suprafața unei scurgeri de nămol, ea prezintă valuri de înaintare, valuri cari sunt puse și mai bine în relief, atât prin capetele înaintate ale stratelor de gheață mai negricioasă ca și prin praful care, adus de vânturi este îngrămadit în scobiturile valurilor, reliefându-le (v. Fig. 125). Ea mai prezintă o mulțime de asperități



datorite topirii din timpul verei, topire care fiind mai puternică spre margini din cauza apropierei stâncilor ce se încălzesc mai repede, îi dă o formă bombată la mijloc.

Afară de aceasta, apa formată vara prin topirea ghietei de deasupra, șerpuește la suprafața ghietarului, săpându-și văi torențiale de diferite forme și mărimi, asvârlindu-se de multe ori prin cascade admirabile în crevase și chiar ajungând la fund, unde prin vârtejire și roadere cu bucăți de rocă și nisip, formează numeroase **căldări ale gigantilor**, scobite în stânca patului; cum se observă la Lucerna („Grădina ghietarilor”, Fig. 128), în regiunea ocupată pe vremuri de ghietarii cuaternari. Această apă mărește volumul apei de la fundul ghietarului, care se formează în tot timpul anului prin topirea ghietei în atingere cu stâncile patului, cari au în totdeauna o temperatură ceva mai ridicată ca aceea a ei. Apa de

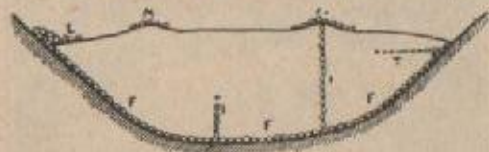


Fig. 128. — Secțiunea transversală a masei și văii unui ghietar. Situația morenelor: L=laterale; M=mediane; T=transversale; F=de fund și I=interne, (după Hess, în Haug).

fund reese și ea la capătul ghietarului, măbind debitul celei născute prin topirea regiunii sale frontale.

De multe ori însă, apa care pătrunde în crevasele și golurile din masa ghietarului, n'are loc de scurgere la fund, și atunci îngrămădindu-se, formează pungi enorme de apă captivă, care, supusă la presiuni mari în timpul mișcării ghietii, joacă rolul de prese hidraulice puternice, ce fac să sară în aer toată gheața de deasupra pungii, inundând și distrugând totul în regiunile din jur; cum s'a întâmplat de câteva ori în Alpi.

**Puterea de transport și de sedimentare** a ghietarilor este destul de mare. Astfel toate sfărâmurile stâncilor din jurul ghietarului, ce cad pe suprafața sa, ca și sfărâmăturile ce întâlnește sau le rupe gheața din maluri și de pe fund, înglobându-le în masa sa, sunt transportate până la regiunea frontală a ghietarului. În general toate aceste sfărâmături purtate pe spinarea ghietarului sau prinse în masa sa, poartă numele de **morene**.

După poziția lor, morenele sunt de mai multe feluri. Astfel

șirurile marginale de sfărâmături de rocă, căzute de pe pârreții flancurilor văii, se numesc **morene laterale**. Când doi ghietari se unesc, morenele lor laterale din spre marginile unite, formează o **morenă mediană**. Morene mediane mai pot lua naștere și ori de câte ori în mijlocul ghietarului iese câte un colț de stâncă, care fie prin sfărâmarea lui, dar mai ales prin ridicarea în sus a morenei de fund, poate da naștere unei morene mediane. Blocurile și sfărâmăturile luate de pe fund și de pe lături, ca și cele ce cad dela suprafață prin crăpături în masa ghietarului, formează o **morenă de fund**. Când doi ghietari se unesc, morenele lor de fund comprimate și apucate între cele două mase de gheață, unite, formează o **morenă internă** (Fig. 129).

În fine, tot materialul morenelor ajunge în regiunea frontală, unde capătul ghietarului se topește, formând o **morenă frontală**, și aceasta mai ales din morenele laterale. Morena frontală este



Fig. 130. — Două morene frontale suprapuse și separate prin depozite fluvio-glaciale, cu lacul și drumlinurile rămase în locul de unde s'a retras capătul ghietarului (după Penck, în Haug).

dispusă în formă de dâmburi mari circulare, ea având spre valea liberă o pantă puțin înclinată și veșnic remaniată (depositele fluvio-glaciale) de apele de scurgere din capul ghietarului și un părete abrupt spre capul ghietarului. Dela acest părete abrupt se prelungește până la capătul actual al ghietarului șiruri de **morene longitudinale**, formate în general de morenele mediane și cele interne, cari aci se suprapun; pe când morena de fund rămâne pe loc după topirea ghietei, acoperind patul cu un strat undulat, care de mult ori formează spinări eliptice alungite în sensul văii numite **drumlin** (Fig. 130).

Când morena frontală este foarte desvoltată, aceasta este un semn, că fruntea ghietarului a staționat la acel nivel multă vreme.

Când ghietarul se retrage treptat, morenele frontale se așează succesiv în semicercuri, îmbrucate cele mai noi în cele mai vechi, ele reprezentând perioadele staționare ale frunții ghietarului.

Dacă prin o topire mai intensă a ghietei, retragerea sa se face mai repede, dela morena frontală până la capătul actual al



ghiețarului, se înșiră drumlinuri și morene longitudinale în vechea scobitură ce conținea fruntea ghiețarului — **depresiunea centrală** — care de altfel mai poate fi ocupată de un lac sau numai de mlaștini.

Se poate însă ca ghiețarul să aibă o nouă perioadă de înaintare, care să treacă de nivelul precedent și atunci, noua morenă frontală, se va forma dincolo de cea veche și ea va fi suprapusă peste materialul depus de apele fluvio-glaciale ale primei înaintări.

În general morenele ghiețarului prezintă unele caractere fizice esențiale, prin care le putem deosebi de oricare alte depozite sedimentare.

Astfel morenele purtate pe suprafață și formate de sfărâmaturi și de blocuri colțuroase, ce au câteodată dimensiuni enorme,



Fig. 131 — *Piatra Marmotelor* — un bloc eratic de peste 2000 m<sup>3</sup> în cantonul Wallis (Elveția), care provine din masivul Mt. Blanc.

se găsesc amestecate laolaltă fără nici o ordine. Numai în regiunea frontală și în special numai sfărâmăturile mai mici, sunt transportate și în parte rostogolite, ceva mai departe, de câtră firul de apă ce se formează la capătul ghiețarului și constituie pe panta exterioară, mai dulce, a morenei frontale, un depozit **fluvio-glacial**. Câteodată prin topirea mai repede a suprafeței ghiețarului, nivelul său scoborându-se mult, morenele laterale rămân suspendate pe stâncile țărnușurilor, la înălțimi corespunzătoare scăderii acestui nivel.

În Alpi se găsesc multe morene de felul acesta, suspendate la sute de metri deasupra nivelului actual al văilor, constituind mărturie evidente de grosimea enormă a vechilor ghiețari euaternari.

Blocurile și stâncile mari purtate pe spinarea ghiețarului, rămân și ele așezate, cu morena, pe locul unde se găseau când

ghiețarul s'a retras, și ele se găsesc uneori așezate în pozițiuni curioase, ca de exemplu pe vârf și cu baza în sus, constituind aceleace se numesc **blocuri eratice**. Caracterul esențial al blocurilor eratice este că roca ce le formează, este cu totul străină de rocile apropiate din regiune, ceea ce ne arată că ele au fost aduse acolo și aceasta numai de ghiețari, apa râurilor neputând face transportul unui astfel de bloc enorm (Fig. 131).

Caractere cu totul speciale prezintă morenele interne și cele de fund, din cauza că ele fiind prinse în masa ghieței, sfărâmaturile și blocurile ce le compun, se freacă unele de altele, își **rotunzesc** colțurile și muchiile, se sgărie unele pe altele, sau se freacă de fundul și de pereții văii, formându-și **fețe late și lustruite**, cari prezintă **sgărieturi caracteristice** în mai multe direcțiuni, după poziția ce o avea piatra în masa ghieții, în momentul când a fost sgăriată (Fig. 132).

Colțurile rotunzite și fețele plane lustruite și sgăriate (scrijelate) în mai multe direcțiuni, constituie caractere prin cari depozitele glaciale ale morenei de fund se deosebesc de toate celelalte depozite sedimentare. Sfărâmăturile și blocurile morenei de fund, la retragerea ghiețarului, rămân înglobate într-o argilă nisipoasă, născută prin măcinarea, frecarea și sgărierea lor în timpul transportului, constituind aceea ce se numește **argilă cu blocuri** și care în general nu prezintă nici o urmă de stratificație.

**Acțiunea ghiețarilor asupra rocilor** ce formează patul și flancurile văilor, este din cele mai importante, ca fenomen de eroziune. Fiecare sfărâmatură de rocă, fiecare bloc prins pe fund și pe laturile ghiețarului, în timpul înaintării ghieții, lucrează asupra patului și pereților văii după poziția ce au (prezentând colțuri ori fețe), ca tot atâtea priboane de sgăriat și rindele de geluit și de lustruit (vezi Fig. 128). Ca o consecință directă rocile patului și

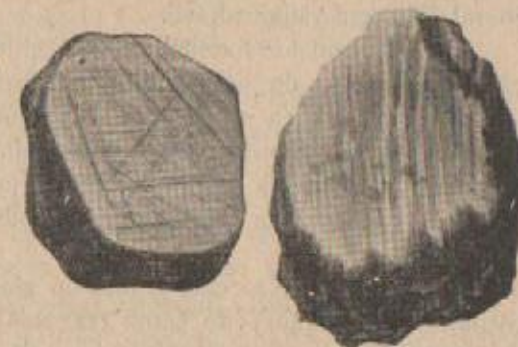


Fig. 132. Blocuri sgăriate și scrijelate prin acțiunea unui ghiețar.



ale pereților văii se prezintă în general rotunjite în formă de spinări, cu scrijelături ondulate longitudinal, dând rocei aspectul ce-l prezintă șuvițele de lână ce se lasă pe spinarea oilor ne tunse — **roches moutonnées** — și aceasta mai ales la stâncile ce ies în relief în patul sau pe laturile văilor. Această acțiune de lustruire și de sgăriere este foarte puternică, dacă ne gândim că blocurile acestea fac un singur tot cu gheața în mișcare și în cazul acesta puterea lor de lucru este proporțională cu presiunea, ce o exercită grosimea totală a gheții de deasupra lor în punctul considerat.

În zonele unde, din cauza unei pante în cascadă a patului văii, ghețarul isbește rocele fundului aproape vertical, geluirea este mult mai puternică, dând naștere de obicei la o adâncire mai puternică a patului văii.

Din cauza acestor acțiuni, forma văilor în care au fost ghețari, ia anumite profile caracteristice, cari le deosebesc mult de văile formate numai prin acțiunea apelor curgătoare.

Astfel considerându-le pe secțiune transversală, pe când o vale de eroziune fluvială are profilul în formă de V, o vale prelucrată de un ghețar are profilul în U. Dacă considerăm profilul longitudinal, găsim că o vale în care a fost un ghețar, a suferit o adâncire și o lărgire generală considerabilă, caracter ce face în general farmecul văilor alpine.

Apoi, basinul lor torential, de recepție, din forma caracteristică în jumătate de pălnie, este transformat în căldări (zănoage și găuri) prin geluirea gheții și a zăpezilor perpetue. Căldarea se separă de restul văii prin o barieră lustruită și scrijelată, cu panta exterioară în cascadă, pantă formată prin geluirea tuturor sfărâmurilor și blocurilor rupte de pe fundul, sau dărâmate de pe laturile ei.

În lungul văilor în care a fost un ghețar, ori de câte ori se prezintă vre-o ruptură de pantă (cascadă), deci unde puterea de geluire a gheții a fost mai mare; prin scobirea patului uneori chiar sub nivelul general al apelor, ia naștere un lac destul de adânc, cum sunt mai toate lacurile din Alpi și din Carpați (Parângu, Găuri, Gâlcescu, Negoiu, etc., Fig. 133).

**Vechile glaciațiuni.** — După formele ce prezintă văile conservate încă în relieful actual, cât și după caracterele esențiale ale depozitelor glaciare, s'a putut stabili că fenomenele de glaciațiune s'au repetat de mai multe ori în timpurile geologice și cu o

extindere mult mai mare a ghețarilor ca cea actuală. Astfel s'a putut stabili prezența a cel puțin două glaciațiuni în era primară; dar aceea care a fost mai bine studiată în toate detaliile sale, este glaciațiunea dela începutul Cuaternarului, epoca geologică imediat anterioară celei actuale.

În special în Alpi și în regiunile vecine, a fost pentru prima oară observat fenomenul acestei glaciațiuni.

Mulțimea blocurilor eratice ce se înșiră pe anumite linii și la altitudini unde așezarea lor altfel decât prin ghețari era de neexplicat; splendidele amfiteatre morenice caracteristice, cu de-



Fig. 133. — Lacul Gâlcescu în Masivul Parângului (Gorj) păstrat în fundul unei vechi căldări glaciare (redesenat după de Martonne).

presiunea centrală ocupată de cele mai multe ori de lacuri, conservate așa de bine, că s'ar crede că reprezintă **privești morenice** actuale; prezența rocilor lustruite și scrijelate, ca și a morenelor laterale, suspendate pe flancurile văilor actuale alpine, la altitudini mari și la mai multe nivele; sunt tot atâtea probe evidente de existența unei vechi și puternice glaciațiuni în Alpi.

După cunoștințele actuale numai vârfurile înalte ieșeau din calota de gheață, care prin văi, înainta până în Câmpia Franceză și Munții Jura, ca și în Câmpia Padului.

O calotă și mai mare glacială se întindea în același timp din regiunea Munților Scandinaviei peste Anglia, Germania și peste jumătatea nordică a Rusiei.

Urme neîndoioase de glaciațiunea cuaternară avem și în Carpații noștri, vizibile mai ales în văile expuse spre Nord. Astfel, în Gorj, căldările cu lezerile (lacurile) din dosul vf. Mândra dela



izvoarele Jieului; cele din Găuri și mai ales cele din Gălcescu, unde rocele lustruite și lacurile de zănoage caracteristice, cari s'au conservat admirabil în regiunea de izvoare ale Lotrului; constituiesc probe neîndoioase de existența ghietașilor vechi în Carpați. Extinderea lor a fost însă desigur mult mai mică ca în Alpi, având în vedere mica altitudine a munților noștri. Urme de ghietaș se mai observă pe Negoiu, pe Ceahlăul și în M-ții Apuseni.

Glaciațiunea cuaternară n'a avut numai o singură fază de înaintare a ghietașei, ci după numărul morenelor suprapuse și despărțite prin depozite fluvio-glaciale și lacustre sau coliene, se poate deduce că au fost în timpul acesta mai multe perioade de înaintare glacială (cel puțin patru), separate prin faze de retragere ale ghietașei, cu formațiuni interglaciale caracteristice.

**Peșterile de ghietaș.** — În unele peșteri ca în cea din Scărișoara din M-ții Apuseni, apa ce mustește pe pereți sau care vine pe crăpături înăuntru, îngheață și rămâne înghețată în tot timpul anului, sub formă de masse de ghietaș, de draperii, de scurgeri de valuri, de turturi ca stalactitele și stalagmitele, etc. Fenomenul înghețării apei în aceste peșteri de ghietaș, se explică astfel. Peșterile acestea au în totdeauna fundul mai jos decât intrarea, fără ca să mai sîmb vreo altă deschidere mai joasă decât el, care să-i dea posibilitatea pomenirii aerului din fund. Din cauza aceasta, acolo domnește o temperatură egală cu cea a celei mai scăzute temperaturi din timpul anului (Iarna), aerul cald din timpul sezoanelor călduroase, ne putând să mai pătrundă spre a deslăci pe cel rece din lipsă de deschidere mai joasă pe unde el ar putea eși afară. Din cauza aceasta la fundul acestor peșteri temperatura scăzută ce domnește tot timpul anului se menține sub  $0^{\circ}$  sau în preajma lui  $0^{\circ}$ , mijlocind înghețarea apei ce pătrunde în ele.

### 3. Fîntele vii și acțiunea lor modificatoare.

Fîntele vii, plante și animale, contribuiesc și ele într-o măsură destul de mare la modificările ce încearcă scoarța globului. Acțiunea lor, ca și a celorlalți agenți externi, fiind îndreptată în două direcțiuni: una distrugătoare, și alta constructoare, prin formare de roce noi. Și ca să ne facem o idee de rolul important ce fîntele vii joacă în această privință, n'avem decât să amintim două din cele mai răspândite roce în scoarța globului, **calcarul** și **cărbunii**, care sunt datorite exclusiv vieții animalelor și plantelor.

#### a. — Acțiunea distrugătoare a fîntelor vii.

În privința aceasta plantele joacă un rol mai important decât animalele.

**Rolul plantelor.** — De sigur că fiecare a observat, mai ales în zona dealurilor ori a munților, vreun perete stîncos, acoperit deasupra de vegetație. Această secțiune naturală ne arată că rădăcinile arborilor, ca și acelea ale multor ierburi, trec prin solul cultivabil și pătrund adînc între crăpăturile rocilor subsolului, din care cauză rocele acestea sunt fărâmițate în blocuri din ce în ce mai mici, ba chiar cele mai mărunte se amestecă cu solul în partea lui inferioară, arătînd prin aceasta, că solul a luat naștere pe socoteala descompunerii rocilor subsolului (Fig. 134). Dar rădăcinile plantelor nu fărâmițesc rocele numai prin puterea mecanică a lor și anume prin creștere, căci ele mărindu-și volumul în crăpături le lărgesc neconștient; dar ele au și o acțiune chimică disolvantă destul de puternică, și s'a putut constata că în privința aceasta chiar silicații pot fi atacați prin  $\text{CO}_2$  și diferiți acizi organici, pe cari rădăcinile îi pun în libertate.

Dacă ne închipuim că la produsul de desagregare al rocei se mai adaugă resturile plantelor moarte, ușor ne putem da seamă, cum ia naștere **solul arabil**. Solul odată format, prin  $\text{CO}_2$  și prin diferiți acizi organici cari nasc din putrezirea plantelor, influențează neconștient chimicește asupra resturilor de rocă nedistruse încă din sol, ca și direct asupra rocilor subsolului.

Un mare rol în distrugerea rocilor dela suprafață, pentru formarea solului, îl joacă microorganismele vegetale.

Acestea fiind microscopice, pătrund ușor în porii și în fisurile cele mai fine ale rocilor și pentru a se nutri n'au nevoie de clorofilă, ele avînd posibilitatea de a fixa în corpul lor azotul din aer, și carbonul din carbonații rocei. Din cauza aceasta rocele în timpurile secetoase formează la suprafață eflorescențe de azotat



Fig. 134. — Cum ia naștere solul, pe socoteala rocilor subsolului.



de calciu, născut pe socoteala  $\text{CO}_2\text{Ca}$  din partea atacată a rocilor de către microorganisme. Prin acțiunea lor îndelungată microorganismele prăfuiesc rocile cele mai dure la suprafață, dând posibilitatea ca să se fixeze și plante mai superioare ca Licheni și Mușchi, formându-se astfel un prim sol deasupra stâncilor goale; iar acestea favorizează la rândul lor fixarea plantelor ierboase mai superioare și cu îngroșarea lui și a arborilor. Astfel se pregătește drumul acoperirii cu verdeată și pădure a stâncilor fără vegetație.

Un exemplu vădit de influența chimică ce o au microorganismele asupra rocilor, ni-l prezintă formarea **salpetrului de Chili** (azotatului de sodiu), în regiunea Tarapara din Chili, prin acțiunea bacteriilor nitrifiante.

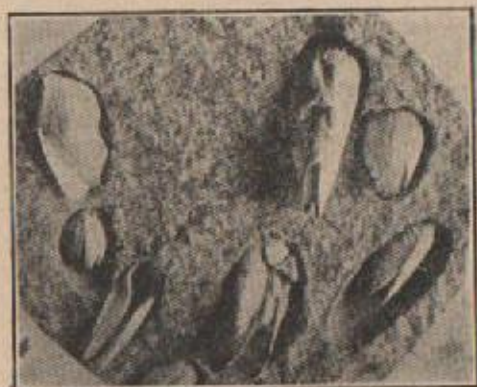


Fig. 135 — *Scolecite* litofage ascunse în stânca țărmului marin (Robin).

Și îmbogățirea solului în azotați, atunci când a fost cultivat cu Leguminoase, se datorește tot unor astfel de bacterii, cari trăiesc pe tuberculele rădăcinilor lor, acestea luând azotul fie din aer, fie din amoniacul ce rezultă din putrezirea plantelor și fixându-l, se nutrește cu el. De altfel solul este sediul a numeroase fermentațiuni bacteriene, cecace-i aduc schimbări continue destul de importante.

**Animalele** au o acțiune distrugătoare mult mai puțin simțită decât aceea a plantelor.

Exceptând omul, care, în folosul său, taie canale, găurește tunele, ori galerii și puțuri de mine; transformă păduri în locuri de cultură sau invers; transformă prin irigațiuni sistematice regiuni fără viață în regiuni cu vegetație abundentă, sau acoperă suprafețe întinse cu construcțiuni de tot felul; dintre cele de uscat numai

animalele ce-și găuresc galerii și drumuri subterane, ca: greurul de câmp, șoarecele, vulpea, cârțița, râma, etc., mai au o astfel de influență asupra scoarței. Dintre acestea râma are un rol important la formarea solului, aducând veșnic la suprafață porțiuni noi de sol, fin măcinat în stomacul ei, neatins încă de acțiunea aerului.

Animalele marine au o acțiune distrugătoare mult mai dezvoltată ca cele de uscat, multe dintre ele, ca **Lithofagii** și **Aricii de mare**, găurindu-și ascunzători în rocile țărmului, pe care-l macină astfel în continuu (Fig. 135).

#### b. — Acțiunea constructoare a ființelor vii.

Dacă în acțiunea distrugătoare, rolul vieții se reduce în bună parte numai la formarea solului și la măcinarea malurilor; în acțiunea lor constructoare ființele vii au un rol din cele mai importante, roce de o importanță deosebită în scoarța globului, ca combustibili minerali și calcarele, datorindu-se numai lor.

**Rolul constructor al plantelor. Cărbunii.** — Resturile plantelor cari cad la suprafața uscatului și rămân expuse la acțiunea oxigenului aerului, **putrezesc**, descompunându-se sub acțiunea bacteriilor în  $\text{CO}_2$  și  $\text{H}_2\text{O}$ .

Nu tot astfel se petrec lucrurile cu cele cari sunt sustrate influenței oxigenului aerului. Astfel celuloza  $[\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5]^n$  plantelor cari cad sub apă, ori sunt acoperite de mărul fundului, suferă treptat o descompunere, care pe lângă  $\text{CO}_2$  și  $\text{H}_2\text{O}$  produce și  $\text{CH}_4$  (gazul bălților); însă pierderea oxigenului și a hidrogenului este mai activă decât a carbonului, astfel că rezultatul final este o **îmbogățire în carbon, o carbonizare**. În această fermentație, cel puțin la începutul carbonizării, bacteriile anaerobe joacă un rol important. Mai târziu, prin dezvoltarea **acidului ulmic** și prin **îngrădădirea** de  $\text{CH}_4$  și  $\text{CO}_2$  care împiedică viața bacteriană, transformarea resturilor acestora în cărbuni, se desăvârșește mai încet și de multe ori se datorește numai **presiunii** ori **temperaturii**, sau la ambele împreună.

Prin procesul acesta de carbonizare au luat naștere depozitele importante de cărbuni din scoarța globului.

**Modul de formare al cărbunilor.** — Studiul amănunțit al turbăriiilor în care se formează în zilele noastre **turba**, cel mai nou dintre cărbunii naturali, a adus multă lumină și asupra modului de formare al multora dintre cărbunii superiori.



Turbările iau naștere în general în lacurile, bălțile și mlaștinile din regiunile temperate.

Plantele cari vor da naștere la turbării de lacuri și bălți, încep de la țărm prin a forma **stuhuri** de *trestie*, *țipirig* (*pipirig*) și *păpără*, cari au rădăcinile și rizomii înfiți în mărul fundului, iar trunchiul cu frunzele în afară. Cu timpul ele acoper cea mai mare parte a lacului, iar printre aceste stuhuri plutesc frunzele late de *Nufăr*, pânze de *Lăntiță* și de **Mușchi** (*Hypnum*), etc., cari acopăr uneori complect luciul apei, cum se observă la mai toate lacurile din regiunile de câmpie de la noi. În Delta Dunării, ea pe multe din râurile mari, stuhurile acestea se întind și peste apa mai adâncă. În cazul acesta ele plutesc pe un fel de pod format de încăleitura rizomilor și rădăcinilor tuturor acestor plante, legate laolaltă prin resturi pămâtoase și resturi putrezite, constituind aceea ce se numesc **plauri**. Resturile tuturor acestor plante căzând în apă și fiind acoperite de mărul fundului, formează o turbă pămâtoasă.

În regiunile mlaștinoase de dealuri și munți, turbările sunt mai curate și sunt formate în general de plante foarte hidrofile, cum este mușchiul *Sphagnum*, cari întrețin umiditatea, fără ca apa să le acopere.

Din cauza aceasta, mușchiul crescând mereu, turbăria ce ia naștere prin carbonizarea părților inferioare ale plantelor, se bombează la mijloc, luând o formă convexă. De multe ori și turbările de lacuri, după ce aceste au fost umplute complect, trec la forma turbăriei de mlaștină cu regiunea mijlocie bombată.

În amândouă cazurile de turbării, pe măsură ce plantele se dezvoltă în sus, la partea inferioară ele se transformă în turbă prin carbonizarea părților moarte prinse sub apă.

Dintre cărbunii geologici cari, judecând după structura ce prezintă, se aseamănă mult ca mod de formare cu acela al turbei, sunt cărbunii grași numiți **Bogheads** și **Cannel-coals**, formați, primii din taluri de alge, ceilalți din sporangi și spori de Criptogame vasculare, depuse și carbonizate în lacurile mlaștinoase din timpul Permo-Carboniferului.

**Cărbunii de mlaștini de pădure.** — În partea de răsărit a Statelor Unite se întind imense **mlăștini de pădure**, numite **Dismal Swamps**, cari ne permit studiarea unui alt mod de formare al cărbunilor. Aceste păduri sunt formate mai ales de **Chiparosul de Virginia** (*Taxodium distichum*), care are rădăcinile și rizomii

în mare parte sub apă, pe când trunchiul este în afară. Resturile cari cad în apă, se depun, fie macerate fin, fie ca frunze, ramuri și trunchiuri culcate, fie că ele chiar rămân în picioare când planta moare în poziția aceasta. Toate aceste resturi de plante carbonizează pe loc, fără să sufere vre-un transport (Fig. 136).

Structura ce prezintă mai multe din depozitele cunoscute de cărbuni de lignit, de huilă și de antracit, ne îndreptățește a crede că modul lor de formare a fost identic cu acela în care se formează azi cărbunii noi, în pădurile mlaștinoase din estul Statelor Unite. Astfel, în mai toate aceste depozite de cărbuni, pe lângă resturi de plante și de arbori, fin macerate, trunchiuri și ramuri culcate și în mare parte strivite prin presiune s'au găsit și trunchiuri în picioare, aceștia având în general rădăcinile înfipte și



Fig. 136. — Schema formării cărbunilor, prin scufundarea progresivă a țărmului (nivelele A și B), din plantele (*Taxodium*) de mlaștină; după Haug.

ramificate în argila ce constituiește patul stratele de cărbuni. În Germania de Nord chiar același gen, *Taxodium*, a constituit lignitul miocen.

În general cărbunii formați pe loc se numesc **cărbuni autochtoni**, căci există și cărbuni cari au luat naștere din resturi de plante, cari au suferit un transport din apa râurilor și cari au fost depuse în lacuri, delte și estuare, ori lagune, unde s'a carbonizat și cari poartă numele de **cărbuni alochtoni** (Fig. 137). Aceștia însă ocupă mici întinderi în scoartă și se prezintă în general, cel puțin pe margini, cu multe intercalațiuni de roce pămâtoase; pe când cei autochtoni, ocupă întinderi imense în scoartă și sunt în general foarte curați.

Faptul că stratele cărbunilor autochtoni au uneori grosimi și întinderi considerabile, se poate explica prin aceea că pădurile mlaștinoase, pe măsură ce cărbunele se îngroșea, pe aceeași măsură, prin o mișcare ușoară de scufundare a uscatului, ele rămăneau în continuu sub aceeași grosime de apă.

De multe ori găsim alternând depozite de cărbuni cu depozite pămâtoase de apă dulce, sau cu calcare marine. Aceasta ne



indică o transformare temporară a mlaștinei în lac sau în lagună indusă; ori că marea în anumite timpuri a pus stăpânire pe uscatul mlaștină unde se formau cărbunii.

Oricare ar fi locul de naștere al cărbunilor, fenomenul de carbonizare odată început se continuă.

Se admite azi, în general, că cu cât cărbunele va fi mai vechi, cu atât el a suferit un proces de carbonizare mai complet. Datele geologice par a confirma rolul **timpului geologic** în desăvârșirea carbonizării, căci cei mai vechi cărbuni, ca antracitul și huila, sunt și cei mai bogați în carbon; pe când lignitul terțiar și mai ales turba actuală, sunt cei mai săraci în carbon. Odată cu îmbogățirea în C, se observă și o creștere treptată a densității cărbunilor.



Fig. 137. — Huilă torențială (formațiune din deltă) în minele dela Commentry. După Fayol, în E. Suess, la Face de la Terre, Vol. II.

De multe ori însă factorul timp a fost mult seurtat prin fenomene geologice, ca : **presiunea** pe zonele tectonice de dislocări, și **temperatura** prin masele eruptive, ambele ușurând mult distilarea rocilor carbunoase. Astfel, cărbunii din regiunile necutate, român bogați în substanțe volatile (cărbunii de Tula din centrul Rusiei); pe când alții, ca lignitele terțiare din Diablerets (Alpi), sunt transformați prin presiuni în antracit. Tot astfel lângă Kassel unde Bazaltul străbate lignitul, acesta este transformat prin căldură într'un fel de antracit. În alte părți (Colorado), transformarea a mers așa de departe, încât lignitul în unele puncte este chiar grafitizat. Lignitul de Petroșani este un cărbune brun superior, grație presiunilor tectonice; iar antracitul de Schela-Porcenii-Larga Stănești, în Gorj, este în parte grafitizat, mai ales pe zonele de contact, prin Granitul de Șușița (Drăgoești-Novaci-Baia de Fier-Polovraci).

**Rocă calcaroasă și silicioasă.** — Nu numai imensele depozite de cărbuni sunt datorite plantelor, ci și numeroase calcare și rocă silicioasă.

Cele mai importante din aceste depozite sunt datorite **algelor calcaroase**, prin faptul că ele își impregnează masa corpului ramificat în tufe, cu calcar luat din apa mării, și în special aceste calcare sunt datorite genului *Lithothamnium*, care în mările actuale tropicale, dar mai ales în Terțiar, a jucat un rol destul de important (Fig. 138).



Fig. 138. *Lithothamnium* (Mediterranean).



Fig. 139. *Diploporella unilata* (Triassic alpin).

În timpurile mai vechi, triasice, alge calcaroase ca genurile *Gyroporella* și *Diploporella* (Fig. 139) au jucat un rol important în

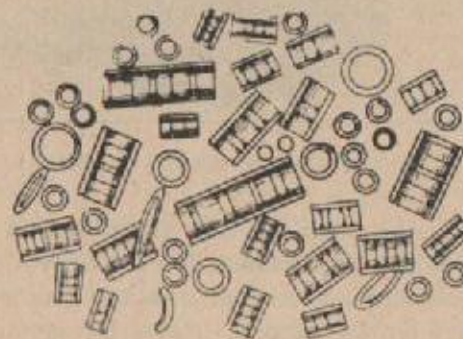


Fig. 140. Diatomae (mărite).

formarea dolomitelor din Alpii Orientali; iar în Silurian unele calcare sunt construite numai de alge *Siphonae*.

De asemenea **algele Diatomae**, în trecut ca și în mările și lacurile actuale, prin sedimentarea carapacelor lor silicioase, au format în timpurile geologice și formează și azi depozitele silicioase numite **tripoli** (pământel, Fig. 140).



### Rolul constructor al animalelor. — Formarea calcarelor

În general calcarul sub forma de fosfat de calciu (oase) și de carbonat de calciu (scoici, mele, etc.) se găsește în corpul tuturor animalelor, fie de uscat, fie de apă.

În special animalele de apă și mai ales cele marine sunt acelea, cari au dat naștere maseilor calcare enorme, ce găsim azi în diferitele formațiuni din scoarța globului.

În apa mărilor însă carbonatul de calciu ( $\text{CO}_3\text{Ca}$ ) este în prea mică cantitate (0,06‰), așa că nu se poate admite, ca el să dea animalelor marine (ca și algelor calcareoase) enorma cantitate

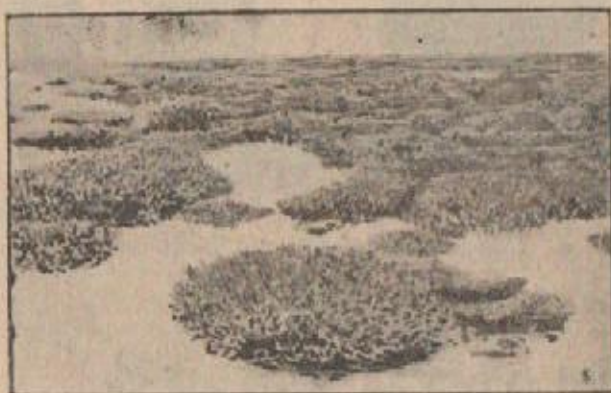


Fig. 141. Recifi de Coralieri actuali (după Kayser).

necesară formării scheletului lor. Prin experiențe s'a putut dovedi că ființele vii întrebuințează sulfatul de calciu ( $\text{SO}_4\text{Ca}$ ), care-i mai abundent în apa mărilor și care se transformă ușor în  $\text{CO}_3\text{Ca}$  în prezența carbonatului de amoniu ( $\text{CO}_3\text{NH}_4$ ) pe care îl secretă corpul animalelor.

Și cam în felul mărului calcaros de Globigerine ce acoperă azi suprafețe întinse pe fundul mărilor și oceanelor actuale, s'au sedimentat în timpurile geologice și creta și calcarele numulifice. Tot astfel au luat naștere prin sedimentare calcarele cochilifere și lumachelurile, formate numai din resturi de scoici marine, precum și calcarele de Crinoide, formate numai din sfărâmături de tulpini de Crinoizi.

**Recifi coralieri.** Printre cele mai importante și mai curioase, animale constructoare sunt Coralierii.

Aceste mici Antozoare, al căror corp în formă de caliciu își secretă o mică căsuță calcareasă, trăiesc în colonii mari, arborescente, numai în apele mărilor tropicale. Ei nu se pot dezvoltă ori și unde, ci numai acolo, unde temperatura mijlocie anuală nu scade sub  $+22^\circ \text{C}$ ., unde apa are o salinitate normală, unde este limpede, unde prin agitarea valurilor este mai bine aerisită și unde găsesc funduri de fixare, care să nu treacă mai jos de — 35 m.; căci altfel le-ar lipsi oxigenul în cantitatea necesară vieții lor coloniale foarte intense.



Fig. 142 — Un recif barieră (jos, în secțiune), (după Dana și Richthofen, în Kayser).

Coloniile acestea de Coralieri poartă numele de **recifi** și după poziția ce aceștia ocupă față de uscatul pe care se fixează și după forma ce iau în dezvoltarea lor, ei poartă numiri diferite. Astfel, unii se dezvoltă în imediata apropiere și paralel cu țărmul, numiți **recifi bordieri** sau **țărmenii** (Fig. 141).

Alții, deși se înșiră tot paralel cu țărmul, lasă însă o distanță mare între bariera formată de ei și țărm, care poate să atingă 100 km lărgime; cum este marea barieră de recifi a Australiei răsăritene, care are o lungime de 2400 km, numiți **recifi barieră** (Fig. 142).

În fine sunt **insulele coraliene**, cari în general apar izolate în mijlocul oceanului sub o formă circulară numită **atolă**, ce închide la interior o lagună, care la multe dintre ele cu timpul a fost complet umplută (Fig. 143).

La un recif, marginea externă care privește largul, este cea mai bine aerisită din cauza valurilor formate de vânturile constante și deci și cea mai bine nutrită; astfel că se dezvoltă foarte repede depărtându-se mereu în afară; în schimb ea este și cea mai expusă sfărâmării prin bătaia valurilor, sfărâmăturile căzând în parte la piciorul recifului unde formează adevărate brecii de cal-



care coraliene, în parte fiind asvârlite de valuri peste partea internă a recifului, pe care o mortifică oprind-o în dezvoltare.

Astfel se explică de ce un recif barieră se depărtează mereu de țărm, în spre larg, în spre partea de unde vin valurile. De obicei forma sa este la început semilunară și îmbucătățită în colonii mici izolate, și numai prin unirea coloniilor semilunare ia naștere o barieră întinsă.

În general pe polipierii morți se prind alge calcareoase.

S'a discutat mult asupra modului de formare al recifilor, mai ales că la unele insule coraliene, s'a constatat că reciful se întinde pe sute de metri adâncime, natural coloniile ajunse sub — 35 m fiind moarte; după cum s'a observat în alte părți, că reciful ese cu mult deasupra nivelului actual al apei.



Fig. 143. — O atolă (jos în secțiune), (după Darwin și Richthofen, în Kayser).

Pentru ca să se explice aceste fenomene, s'a admis pentru primul caz, că reciful, care a luat naștere pe o ridicătură a fundului, ce se găsea la o distanță de suprafață de cel puțin — 35 m, pe măsură ce se înalță în sus și se dezvoltă pe laturi, ridicătura ce formă suportul său suferă în aceeași măsură o mișcare treptată de scufundare; astfel că cu timpul părțile joase ale recifului au putut ajunge, moarte, până la adâncimi mari, în care timp fruntea sa, prin dezvoltarea coloniilor, se menținea mereu la nivelul apei. În al doilea caz se admite că după ce reciful a atins prin creștere suprafața apei, suportul său a suferit o mișcare de ridicare care l-a scos în parte afară din apă.

Sondajele făcute până acum pentru verificarea ipotezei primului caz, n'au putut stabili în toate cazurile, dacă aceea ce se consideră ca recif, mai jos de — 35 m, nu reprezintă cumva nu-

mai breția de sfărâmături de pe marginea externă a insulei coraliene (atol), sfărâmături cari pe panta externă a suportului pot să alunece până la mari adâncimi.

Forma circulară a atolelor s'ar datori faptului că cuiburile de recifi ce se prind pe fundurile ridicate, ajungând la suprafață, marginile lor externe, expuse valurilor, cresc mai repede, luând o formă semilunară, care încheie la mijloc o lagună, a cărei salinitate, variind prin izolarea ei de largul mării, influențează în rău, ca și mortificarea prin sfărâmăturile aruncate de valuri, dezvoltarea recifului pe marginea sa internă; pe când marginile externe bătute de valuri din toate părțile, se dezvoltă în afară unindu-se pe margini.

Tot astfel, un recif care se prinde de țărmul unui uscat, se transformă într'un recif barieră, atât din cauza mortificării părților interne, cât și din cauza apelor dulci de pe uscat, cari, venind în lagună, schimbă salinitatea apei marine, ca de altfel și din cauza mărului adus de aceste ape; toate împiedecând dezvoltarea sa pe partea internă, reciful crește mereu numai pe marginea externă, astfel că cu timpul el se depărtează enorm de țărm.

Calcarele recifale construite au jucat un rol important în timpurile geologice și se cunosc astăzi astfel de calcare în toate formațiunile, dela cele mai vechi și până azi. Un exemplu frumos ni-l prezintă și calcarele jurasice din Carpații noștri (Bucegi, Piatra Craiului, Rucăr, etc.), cari în marea lor majoritate sunt construite din Coralieri.

Alături de Coralieri trebuie să amintim și recifii de Briozoari, cari în unele formațiuni iau dezvoltări destul de importante. Astfel în Podolia, între Brody și nordul Basarabiei, se întind paralel Carpaților dealurile Miodobore sau Toltry, formate din recifi construiți în Miocen (Tortonian-Sarmatian), aproape numai de forma *Eschara lapidosa* și de *Vermetus* (Gasteropod cu scoica vermiformă).

### B. Agenții modificatori interni.

Ca agenți modificatori interni considerăm pe acele forțe modificatoare ale scoarței globului, ale căror cauze provocatoare stau în strânsă legătură cu căldura centrală a Pământului, cum sunt fenomenele vulcanice, cutremurele de pământ, și mișcările oscilatoare (seculare) ale scoarței globului.



### 1. Fenomenele vulcanice.

Prin fenomene vulcanice înțelegem acele manifestațiuni ale interiorului globului pământesc, cari au drept rezultat asvârlirea la suprafața scoarței a unor cantități enorme de **substanțe minerale topite, diferite gaze și vapori de apă, fierbinți**, prin anumite coșuri de comunicare cu exteriorul, numite **Vulcani**.

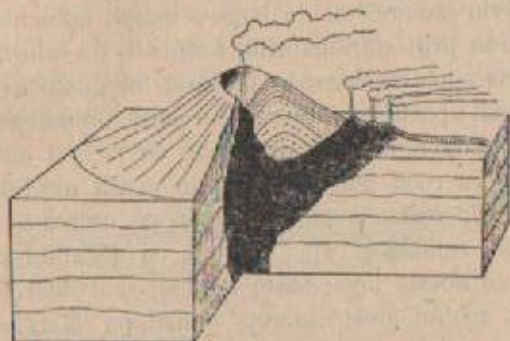


Fig. 144. Schema unui vulcan (după Rayer).

**Vulcanii** sunt niște ridicături muntoase în formă de con, având în vârf o deschizătură largă în formă de pâlnie numită

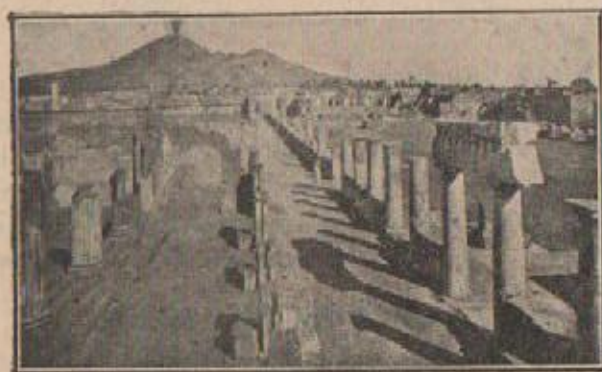


Fig. 145. Ruinele orașului Pompei, desgroapate din cenușa Vezuviului, aruncată la anul 79 d. Chr. în fund, Vezuviul. (după Foto Brogi).

**erater**, care în spre interiorul pământului se prelungește cu un canal, numit coșul vulcanului. Prin coșul și craterul vulcanului ies materiile topite, numite **lave**, ca și gazele și vaporii fierbinți de apă în timpul când vulcanul face **erupțiuni** (Fig. 144).

Un vulcan nu erup în totdeauna, ci din timp în timp, cu **intermitență**; unii chiar n'au mai erupt niciodată în timpurile istorice, numiți **vulcani stinși**, spre deosebire de cei ce au mai făcut **erupțiuni**, și unii din aceștia erup chiar și în zilele noastre, numiți **vulcani activi**.

Că vulcanii stinși n'au erupt în timpurile istorice, nu ne îndreptățește a crede că ei nu vor mai erupe niciodată. În antichitate **Vezuviul** nici nu se bănuia că e vulcan, ci era considerat ca un munte frumos, bine împădurit și cu plantațiuni de vii pe poalele sale; când la anul 79 d. Chr. își reîncepe activitatea vulcanică prin o extraordinară erupție, în timpul căreia, orașe înfloritoare ca Pompei și Herculaneum, au fost distruse și complet acoperite cu cenușe, activitate care continuă și azi (Fig. 145).

**Erupțiunile vulcanice.** — O erupțiune vulcanică constituie în totdeauna un fenomen extraordinar de înspăimântător pentru populația vecină.

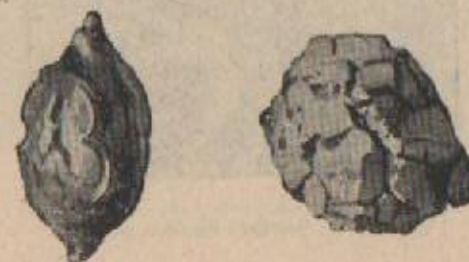


Fig. 146. — Bombe vulcanice de tipul strombolian (stânga) și de tipul vulcanian (dreapta).

Ea se anunță la început prin sgomote surde subpământene, însoțite de cutremure de pământ, cari se întetesc mereu și cari sunt datorite smăcinăturilor lavei și gazelor din interior, pentru deschiderea coșului de ieșire, astupat de obicei cu lava solidificată rămasă din erupțiunile anterioare. În momentul când coșul este destupat, se simte cel mai puternic cutremur și, cu un sgomot îngrozitor, gazele și vaporii de apă, cari scapă cele dintâi sub forma unui nor negru, însoțite de limbi de foc și de trăsnete, sunt asvârlite cu putere în atmosferă, împrăștiindu-se pe distanțe și la înălțimi considerabile, întinzându-se în atmosferă în forma unei umbrelor deschise.

Gazele ieșind cu putere enormă, rup și asvârl bucăți de roce din pereții coșului, învelite în lavă, ca și bucăți de lavă, uneori în prăfuită din cauza exploziunii, cari după un drum oarecare în



aer, cad pe pământ sub formă de **bombe vulcanice** cele mari, de **lapili** cele mai mici și de **cenușe vulcanică**, provenită în lava fin prăfuită (Fig. 146).

O roșeață puternică a coloanei de gaze în dreptul craterului, arată că lava incandescentă se apropie de ieșire și când golul craterului este complet umplut, ea se revarsă peste margini, curgând ca o pastă vâscoasă pe coastele vulcanului, umplând văile și distrugând și arzând totul în drumul său.

Cu cât lava va fi mai vâscoasă, cu atât înaintarea ei va fi mai înceată, iar suprafața sa va prezenta încrețituri și sbărcituri curioase, precum și unele spintecături adânci, mai ales la capetele



Fig. 147. — Sourgeri de lave vâscoase.

de înaintare, de unde bucăți mari și mici se pot rupe și ca adevărate avalanșe se rostogolesc în văi (Fig. 147.) Poalele Hărghitei sunt constituite numai din aceste prăvălituri de blocuri sfărâmate din lavelle vulcanice terțiare care-i formează creasta.

Vaporii de apă ajunși în regiunile reci ale atmosferei se condensează, căzând apoi ca ploi torențiale, cari spălând cenușa de pe coaste, o duc și o depun ca un nomol vulcanic peste părțile mai joase; sau, prin râuri, în apele mărilor vecine, formând sedimente, numite **tufuri vulcanice**.

După ce **paroxismul** exploziunilor vulcanice a trecut, fenomenul reintră treptat în faza de repaos, manifestându-se încă câțva timp prin unele emanațiuni de gaze și flăcări și prin ridicări și scoborări ale nivelului lavei în craterul și coșul vulcanului.

**Diferite tipuri de erupțiuni.** — Nu toți vulcanii au erupțiuni la fel și chiar același vulcan prezintă variațiuni însemnate în puterea cu care face erupțiunile, în diferite timpuri;

și s'a putut constata în privința aceasta, că puterea exploziunilor vulcanice stă în strânsă legătură cu gradul de vâscozitate al lavei, cele bazice fiind mult mai fluide, ca cele acide.

Astfel vulcanii **Kilauea** și **Mauna-Loa** din insula **Havai**, au o lavă bazaltică foarte fluidă, care lasă ușor, prin clocotiri, să scape gazele din ea, și din această cauză exploziuni mari nu se petrec. Lava aceasta se revarsă din timp în timp, peste marginile puțin înalte ale largilor cratere vulcanice, acoperind suprafețe întinse din regiunile mai joase din jur (Fig. 148).



Fig. 148. — Craterul vulcanului Mauna Loa din Ins. Havai (după Dana, 1; Kayser)

Vulcanul **Stromboli** din insula cu același nume (Marea Tireniană), constituie un tip, care deși are lava destul de fluidă, totuși prezintă exploziuni destul de puternice, în care asvârle bombe și lapili incandescenti cu puțină cenușă.

Tipul caracteristic al erupțiunilor de lave foarte vâscoase îl prezintă vulcanul **Volcano** din ins. **Lipari**, ale cărui erupțiuni prezintă exploziuni puternice de gaze, ce au ca consecință formarea a enorme cantități de cenușe și de bombe; bombele având un contur neregulat și suprafața crăpată, iar nu uniforme ori răsucite prin rotire, ca la tipul strombolian. De tipul acesta ține acum și **Vezuviul** (vezi Fig. 146 a și b).

Vulcanul **Muntelui Pelée**, din **Martinica**, prezintă un tip special de lave vâscoase, cari la gura craterului se și solidifică aproape, formând ca un fel de piramidă ce plutește peste restul lavei, crescând mereu prin bază. Această piramidă astupă oarecum ieșirea drept în sus din crater a gazelor, silindu-le să iasă prin răbufneli



laterale violente, cari le fac să se rostogolească la suprafața solului, distrugând prin puterea lor de ciclon și prin temperatura lor înaltă, tot ce întâlnește în cale, cum s'a întâmplat la 8 Mai 1902, când orașul St. Pierre a fost astfel complet distrus.

În timpul exploziunilor puternice ce prezintă erupțiunile vulcanilor cu lava vâscoasă, craterul cel vechi, uneori cu o bună parte din masa vulcanului, este aruncat în aer, erupțiunea cea nouă formându-și din cenușe și lavă un crater nou, în interiorul golului rămas prin distrugerea celui vechi. Astfel a suferit vulcanul Vezuviu, dar în special vulcanul Kraktoa, dintre Java și Sumatra, care în înspăimântătoarea erupție de la 27 August 1883 și-a asvârlit în aer coșul cu o bună parte din insula principală.

Tot la acești vulcani din cauza puternicilor sguduituri, apar în jurul coșului crăpături mari, radiare, pe care se formează de multe ori cratere mici secundare, cu gaze și chiar cu scurgeri de lave (vezi Fig. 144).

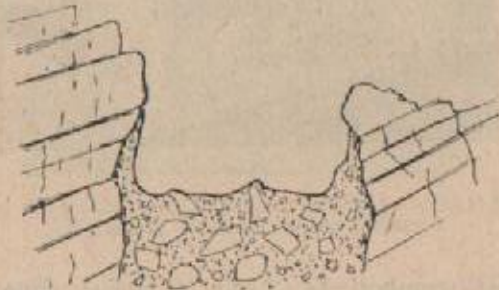


Fig. 149. — Neck sau coș de vulcan de exploziune, în Scoția (după Geikie și Haug).

**Vulcani de explozie.** În Scoția și în Africa de Sud se observă unele coșuri profunde cu pereți drepecți, de formă circulară sau eliptică, umplute cu sfărâmaturi mari și mici de ale rocilor păreților, amestecate cu blocuri și frânturi de roce și tufuri basaltice (Scoția), ori de peridotite (minele diamantifere din Kimberley), coșuri numite **neck-uri**. Asemănarea ce ele prezintă cu forma ce o iau găurile făcute în pământ de exploziile de dinamită, arată că neck-urile reprezintă coșuri numai de **exploziuni gazoase**, puterea explozivă a gazelor aruncând în aer rocile de deasupra punctului de explozie, amestecate cu blocuri și sfărâmaturi din roca eruptivă ce le conținea; iar după explozie sfărâmăturile, amestecate, umplu din nou golul coșului. Faptul că la Kimberley aceste sfărâmaturi conțin și diamante, ar arată că gazele cari au explodat au fost în general hidrocarburi, cari prin detentă au dat naștere diamantului (Fig. 149).

Este posibil ca cenușa vulcanică atât de abundentă în Miocenul Bas. Transilvaniei și Subcarpaților, să fie datorită unor astfel de vulcani cari, au prăfuit complet lăvele coșurilor lor.

**Vulcani submarini.** Nu toate erupțiunile se petrec pe uscat, ci o bună parte apar sub apă ca **vulcani submarini**, cari prezintă aceleași caractere ca și ceilalți, având exploziuni de gaze, cu bombe, lapili, cenușe și revărsări de lave, ce acoper fundul din jur. Conul vulcanic poate ajunge chiar la suprafața apei, formând o insulă vulcanică, dar de cele mai multe ori o astfel de insulă este repede distrusă de valuri fără a lăsa vreo urmă, cum s'a întâmplat în 1831 cu o insulă vulcanică apărută în sudul Siciliei.

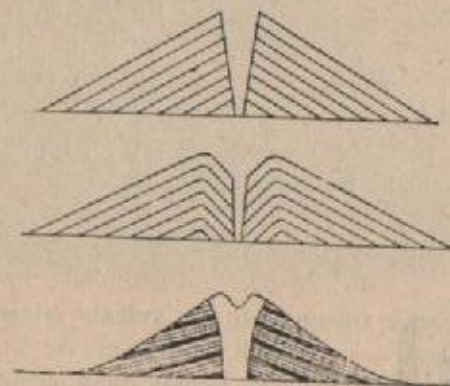


Fig. 150. — Conuri vulcanice (Începând de sus: con format de lavă întărită; numai de cenușe, și din lave alternând cu cenușe sau stratovulcani), după Haug.

Multe dintre erupțiunile submarine nu se pot observa decât prin emanațiunile de gaze, sau prin apariția de limbi de foc la suprafața apei și mai ales prin prezența a numeroase cadavre de pești și alte animale marine, ce plutesc în jurul punctului la suprafață, omorite din cauza căldurii mari a gazelor și rocilor vulcanice.

**Structura conurilor și a coșurilor vulcanice.** Numai în regiunea vulcanilor stânși de mult, ale căror coșuri au fost mai mult sau mai puțin adânc tăiate de apele de scurgere, sau la acei vulcani ale căror exploziuni au distrus o parte din aparatul vulcanic, se poate observa bine structura lor.

Astfel conurile largi ale vulcanilor de tipul havaian, sunt formate din strate de lavă întărită, iar lărgirea enormă a craterului nu se datorește exploziunii, ci dărâmării neîncetate a pereților săi.



La tipul strombolian (Stromboli) unde de obicei, din cauza exploziunii, craterul este lărgit în formă de **căldare**, sau numai rupt de o parte, pe unde se scurge lava; conul vulcanic este format în general de strate și sfărâmături de lavă, cari înclină în afară; stratele corespunzând diferitelor erupțiuni, cari le-au dat naștere (Fig. 150 a).

La tipul vulcanian (Volcano), conul vulcanic este format aproape numai din strate de **cenuse**, care prezintă două pante una mai scurtă și mai înclinată spre interior, și alta mai dulce și mai lungă spre exterior (Fig. 150 b).

De tipul acesta a fost desigur și vulcanul rhyolitic-dacitic, care a format muntele „Cetatea” de lângă Roșia Montană (Abrud), craterul și coșul găsindu-se azi pline cu rocă întărită, pe când în jurul său înclină în afară stratele întărite de cenuse amestecată cu sfărâmături de lavă și cu bucăți de sisturi cristaline (micasisturi, gneisuri) și de marne și gresii cretacice, rupte din pereții coșului și asvârlite în afară odată cu cenușa.

Cum în general lăvele variază în vâscozitate dela o erupție la alta, multe conuri sunt alcătuite din strate alternante de lavă și de cenuse, constituind tipul de **strato-vulcani** sau de **vulcani micști** (Fig. 150 c).



Fig. 151.  
Prisme de Bazalt.

Fundul craterului ca și golul coșului vulcanului, rămân după erupțiune umplute, fie cu sfărâmături, fie cu lavă, ce se întărește și de care se leagă radiar lamele de lavă întărită, ce umplu golul crăpăturilor din jurul coșului și cari prin eroziune rămân în relief (Muntele Cetatea lângă Roșia Montană).

De obicei lăvele întărite în coșuri sunt cele vâscoase și din cauză că ele au venit în valuri-valuri, împinse din jos, prin solidificare iau o structură ce se cojește în lame paralele, ca foile de ceapă.

Tot prin eroziune s'a putut observa mai ales în America, că multe din lave n'au ajuns până la suprafață, ci au rămas între stratele sedimentare la un nivel oarecare, unde formează lame **intrusive**, sau **lacolite** bombate deasupra și late dedesubt, mai subțiri și de multe ori digitate pe margini (vezi fig. 27 p. 74).

În general la contactul cu lacolitele, rocele sedimentare se prezintă foarte puțin metamorfozate; iar masa rocei eruptive apare către mijlocul ei cu o structură mai grăunțoasă decât pe margini (Detunatele din M-ții Apuseni).

**Consolidarea sau întărirea lăvelor.** — În general prin consolidare, din cauza contracțiunilor, lăvele se desfac în numeroase prisme (Fig. 151) cu contur poligonal și dispuse perpendicular pe suprafața curentului de scurgere (suprafața de răcire), cum se observă la bazaltul dela Racoș și din cele două Detunate din Transilvania (Fig. 152).



Fig. 152. — Detunata Goală (Munții Apuseni).

În ceea ce privește structura lor, afară de partea superficială, care este spongioasă sau vitroasă, roca eruptivă se prezintă ca o masă fin cristalină, uniformă, care rar dacă către interior este ceva mai grăunțoasă.

### Emanățiuni vulcanice și postvulcanice.

Odată cu erupțiunile vulcanice apar, mai ales în timpul paroxismului, numeroase emanățiuni gazoase, fie pe coșul vulcanului, fie pe crăpăturile mai depărtate; cari emanățiuni continuă multă vreme și după ce erupțiunea a încetat, natural din ce în ce mai reci, întezindu-se din nou numai la apropierea unei noi erupțiuni.

**Fumerole.** — În timpul paroxismului unei erupțiuni este imposibil de analizat gazele numite **fumerole**, cari sunt asvârlite pe coș; s'au putut însă analiza cele ce se ivesc prin crăpături mai depărtate pe coastele vulcanului. Din analiza lor reesă, că fumerolele, deși conțin în general toate aceleași gaze, totuși cele mai fierbinți conțin mai multe decât cele reci.



Cele mai fierbinți, cari ies la temperatura fierului înroșit, numite **fumerole uscate**, conțin numeroase **cloruri** în stare de vapori, pe lângă vapori uscați de apă, acid carbonic și azot, etc. Ele depun ca produse de sublimare în jurul punctului de ieșire: clorură de sodiu; clorură de potasiu; clorură de potasiu și de mangan, etc.

Cele cari au o temperatură mai scăzută, cuprinsă între 100° și 500°, numite **fumerole acide**, conțin mai ales cantități mari de vapori de apă, de bioxid de carbon și de anhidrită sulfuroasă, depunând ca produse de sublimare mai ales **cloruri metalice** și în special de cupru și fier, cari se remarcă prin colorațiunile lor vii, în jurul craterului și pe marginea rupturilor radiare.

În cele cari au temperaturi cuprinse între 40° și 100°, numite **fumerole alcaline sau solfatari**, clorurile nu mai apar, emană însă cantități enorme de vapori de apă și de **hidrogen sulfurat**, cari prin descompunere în aer formează importante depozite de sulf.

În fine emanațiunile cari ies la temperatura ordinară, numite **mofete**, emană numai **bioxid de carbon**, la care se mai adaogă oarecare cantități de hidrogen, azot, metan și alte hidrocarburi.

Toate aceste feluri de fumarole pot apare în acelaș timp, însă natural cele fierbinți ivindu-se mai aproape de coșul vulcanului, pe când cele reci apar pe crăpăturile cele mai depărtate de el.

În acelaș punct însă o fumarolă care este fierbinte în timpul erupțiunei, după săvârșirea erupțiunei, într-o perioadă de timp mai mult sau mai puțin lungă, poate trece treptat prin toate fazele, ajungând în cele din urmă în faza mofetică, ultima fază cunoscută ca manifestare postvulcanică (Regiunea S-ta Ana, Transilvania).

De obicei, pe coastele vulcanilor, faza solfatariană durează foarte multă vreme după erupție și unii vulcani ca cei dela Pozzuoli (Italia), se găsesc din timpurile cele mai vechi numai în faza aceasta.

**Izvoare fierbinți.** — Deși unele din izvoarele calde au o origine externă — vadoasă —, împrumutând căldura dela stratele profunde ale scoarței în care s'au infiltrat; cele mai numeroase **izvoare termale** însă stau în directă legătură cu emanațiunile postvulcanice, având o origine internă **juvenilă**, numite și **izvoare hipogine**. Izvoarele juvenile provin din emanațiunile fumaroliene vulcanice, bogate în vapori de apă, cari făcând un drum lung prin crăpăturile scoarței globului, prin condensarea vaporilor, ies în afară ca izvoare minerale, a căror temperatură variază după gra-

dul de răcire. Între acestea se disting mai multe categorii după gradul lor de răcire și de mineralizare.

**Sofflonii.** — Mai apropiați de fumarole sunt așa numiții **soffloni**, cari dau în afară pe lângă  $\text{CO}_2$  și  $\text{H}_2\text{S}$ , foarte mulți vapori fierbinți de apă, între 100° și 175°, care se condensează formând bazine-lacuri, numite **lagoni** (Toscana). Apa lagonilor conține și acid boric și borax.

**Geiserii.** — Geiserii sunt izvoare foarte fierbinți cari aruncă apa din timp în timp până la mari înălțimi (Fig. 153). Această apă



Fig. 153. — Erupțiunea Geiserului Old Faithful, America de Nord (după Geolog. Survey).

bogată în silicați alcalini, sub influența acizilor, depune prin precipitare o silice hidratată, **geiserita**, care formează în jurul geiserului, un mic con de erupție și încrustează suprafața regiunilor din jur. Geiserii nu reprezintă decât un caz particular al izvoarelor alcaline și sulfuroase, din regiunile cu erupțiuni vulcanice acide.

Erupțiunile intermitente ale geiserilor sunt explicate astfel: Apa izvorului care prin condensare umple coșul geiserului are temperatură la exterior de + 80°. Această temperatură se ridică la + 100° — + 120°, prin vaporii supraîncălziți, cari vin în coșul



geiserului prin crăpături la un nivel oarecare inferior suprafeței. Prin încălzirea apei se formează vapori cari ies în afară, mai întâi sub formă de bolboreși mici, apoi din ce în ce mai mari și mai deși, producând mici erupțiuni și ridicând treptat temperatura întregii coloane de apă. La un moment dat, când s'a format o mai mare cantitate de vapori la partea inferioară a coloanei, acești vapori având o putere de expansiune mare, erup în afară cu un sgomot puternic, azvârlind apa din coș la înălțimi de zeci de metri. După erupție apa recade în parte din nou în coșul geiserului, însă de data asta mult mai răcorită, astfel că va trece încă câțva timp până din nou prin încălzirea ei vaporii formați să recapete forța de expansiune necesară unei noi erupțiuni (Fig. 154). Fenomenul este de altfel comparabil cu aceea ce se petrece, când încălzim numai la fund o eprubetă plină cu apă și când vaporii formați acolo aruncă cu putere în afară întreaga cantitate de apă din eprubetă.

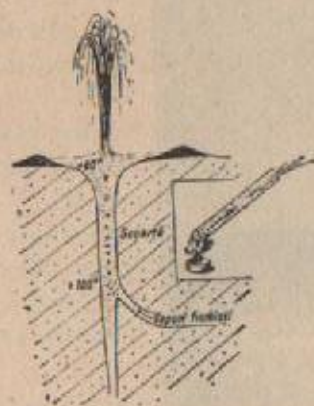


Fig. 154. — Explicarea erupțiunii unui geiser.

Și este natural ca în raport cu altitudinea, cu lungimea coloanei de apă și cu temperatura mijlocie a acestei ape, intermitențele să varieze de la regiune la regiune și de la geiser la geiser. Unii geiseri au câte două erupțiuni una după alta, la scurtă distanță, după care urmează o pauză lungă. În cazul acesta, coloana de apă a geiserului este încălzită în două puncte deosebite de vapori de apă fierbinți, astfel că prima erupție, ușurând coloana de apă, atrage după ea erupția a doua la scurt interval.

Geiserii s'au cunoscut prima dată în Islanda, cei mai frumoși însă sunt

cei din Parcul Național (Yellowstone) din Statele Unite. Și în Noua Zelandă sunt geiseri interesați, cari în parte au fost distruși în 1886 în timpul unei violente erupțiuni a Vulcanului Tarawera.

**Izvoare termale și izvoare minerale reci.** — Manifestațiunile fumeroliene post-vulcanice, prin răcirea și condensarea vaporilor de apă în crăpăturile scoarței, apar în regiunile vulcanice vechi ca **izvoare minerale, termale sau reci**, după gradul de răcire al vaporilor. Aceste izvoare juvenile se deosebesc de cele vadoase similare și de origine superficială, prin o mineralizare a apei mult

mai puternică și prin prezența bioxidului de carbon și a hidrogenului sulfurat în cantități mari. De altfel ivirea lor este legată în totdeauna de linile de fractură din regiunile vulcanice apropiate.

Între izvoarele minerale termale mai cunoscute sunt la: Băile Herculane<sup>1</sup>, Băile Ladislau, Felix, Moneasa, Geoagiu, în Transilvania și cele dela Carlsbad. Izvoare minerale juvenile reci se găsesc însă în Transilvania pe toate marginea internă a Carpaților, dela Brașov și până în M-ții Rodnei și ele stau în legătură cu manifestațiunile postvulcanice ale rocilor eruptive terțiare din Hărghita, și desigur și bioxidul de carbon ce apare în izvoarele dela Slănicul Moldovei și dela Vatra și Șarul Dornei, are tot o origină juvenilă.

**Zăcămintele de minereuri hidrotermale.** — Emanatiunile vulcanice, ca și cele post-vulcanice, pot aduce schimbări mari rocilor cu cari vin în contact, impregnându-le cu minerale noi.

Cele mai importante însă dintre formațiunile de minerale noi la cari ele dau naștere, sunt **zăcămintele de minereuri filoniene**. Spre deosebire de cele ce iau naștere prin segregatie (separare din masă) în rocile eruptive, de cele de contact și de cele formate prin alterare datorită apelor de infiltrație, ori de acelea formate odată cu unele roci sedimentare; zăcămintele **hidrotermale** se găsesc sub formă de **filoane**, cari umplu ori căptușesc părății faliilor, ai diaclazelor, sau ai fisurilor din rocile scoarței globului.



În general un filon metalic este compus dintr'un **metal nativ** sau un **minereu metalic exploatabil** (aur, argint, fier, cositor, cupru, mercur, mangan, etc.) și din o **gangă** care poate fi formată de calcită, de aragonită, de fluorită, de barită, etc.

Unele filoane metalifere pot lua naștere și ca produse de sublimare din gazele fumeroline pe crăpături, dar marea lor majoritate a luat naștere prin depunerea substanțelor minerale din apele termale mineralizate, cari au circulat prin crăpăturile și

<sup>1</sup> Izvoarele Băilor Herculane, vin pe două puternice fracturi ce însoțesc flancurile masivului granitic din valea Cernei și reprezintă niște manifestațiuni fumeroliene ale unor magne andezitice, cari rămânând în profunzime sunt încă destul de fierbinți ca să mai emane gaze.



fizurile rocilor. Unele din filoane au chiar o structură concreționată, fiind formate din straturi succesive și depuse simetric pe cei doi părți ai rupturii, cum sunt minereurile din M-ții Apuseni (Fig. 155).<sup>1</sup> Uneori se întâmplă ca aceste ape să impregneze și rocile sedimentare poroase din jur, formând un **zăcământ de impregnare**, cum sunt unele conglomerate din Transval, cari au spațiile libere umplute cu pirită auriferă.

### Distribuția geografică a vulcanilor.

Multă vreme s'a considerat ca o regulă generală așezarea vulcanilor în apropierea țărmului mărilor și oceanelor.

Prin cunoașterea mai amănunțită a geologiei terestre, s'a putut observa însă că așezarea vulcanilor stă în strânsă legătură cu **zonele dislocate** din scoarța globului, fie **fracturi**, fie **regiuni de cutare**.

Un exemplu evident pentru legătura intimă între zonele dislocate și prezența vulcanilor, ni-l oferă așa numitul **cerc de foc** din jurul Oceanului Pacific, vulcanii actali din jurul său, înșirându-se pe **liniile de fracturi longitudinale**, adică paralele cu lanțurile de munți formați în timpul ultimilor cutări (tertiare).

Astfel, dacă considerăm țărmul de răsărit al Asiei, care este mărginit de lanțuri de munți dispuși cap la cap în ghirlande arcuate, găsim înșirați dealungul liniilor de fracturi, paralele acestor ghirlande, toți vulcanii din **Arcul Malaez** și din **Filipine**, din **Japonia**, din **Ins. Kurile**, din **Ins. Aleutine**, cari toate reprezintă regiunile actuale cele mai bogate în vulcani activi și stinși de pe glob. De la Arcul Malaez și Filipine, spre Sud, vulcanii din **Insulele Molucae**, din **Noua Guinee**, din **Salomon**, din **Hebridele Noi** și din **Noua Zelandă** și în prelungire, vulcanii din **Victoria**, din regiunile antarctice, închid complet spre apus Oceanul Pacific.

Spre răsărit, Oceanul Pacific este înconjurat, în prelungirea Aleutinilor, de vulcanii din Alaska și Munții Stâncoși ai Americii de Nord, de aceia ai Americii Centrale și în fine de vulcanii din Cordilierii Anzilor Americii de Sud.

De asemenea se mai observă că regiunile de racordare a două zone de cutări vechi ori noi, ca și inflexiunile în unghi ale

<sup>1</sup> Din punct de vedere practic în România numai minereurile de Fe și Au, sunt mai bine exploatate, pe când celelalte sunt abia în curs de dezvoltare. Datele statistice ne arată că, pe 1922, producția aurului a fost de 1337 kgr., a argintului de 1954 kgr., a cuprului de 110.523, a plumbului de 476.888 kgr., iar în 1923, industria fierului a produs 219.909 tone de fabricate diferite.

munților, sunt însoțite de aparițiuni vulcanice, ca: în Plat. Central francez, în regiunea de la Cristiania, la întretărirea M-ților Dobrogei și Sudeților cu Carpații, etc.

În general sistemele de cutări noi înconjură continentele cari, fie în timpul cutărilor, fie ulterior, s'au scufundat în mare parte, ivindu-se vulcani în apropierea sau pe fracturile ce despart aceste vechi continente scufundate de noile sisteme de cutare. Pacificul se consideră a fi în categoria aceasta, apa oceanului ocupând azi regiunea unui vechi continent scufundat.

Un exemplu nelindoiș înșă ni-l prezintă regiunea mediteraneană. Arcul Alpilor înconjoară cu marginea sa internă (sudică) un vechi continent, azi în mare parte scufundat; iar pe fracturile din jurul zonelor scufundate, se înșiră vulcanii stinși și cei activi din Mediterana Orientală. Tot astfel se înșiră și vulcanii din Antile. Un alt exemplu sunt Carpații Flișului, care înconjură spre interior un vechi continent, Continental Panonic, ce ocupă Platoul Transilvaniei și Câmpia Tisei, scufundate azi, independent, la nivele deosebite și acoperite în urmă cu depozite mai noi. Pe fracturile ce-l separă de acest continent scufundat, ca și pe marginile zonelor de scufundare, găsim înșirate masele de roce, eruptive noi ale vulcanilor, cari în Terțiar au dublat marginea internă a Carpaților cu un lanț de foc, reprezentat azi prin enormele îngrămădiri de andezite ce formează culmea Hărghitei și, în prelungirea ei, masele eruptive din Călimani și din Tibleșu, ca și eruptivul (andezite, dacite și bazalte) din Bănat și din M-ții Apuseni, ce însoțesc fracturile provocate de scufundarea Câmpiei Tisei.

Aparițiunile vulcanice nu stau în legătură numai cu fracturile longitudinale ale noilor sisteme de cutări, ci și cu liniile mari de rupturi cu scufundări, cari spintecă și ariile continentale mai depărtate de zonele noi de cutare.

Un exemplu tipic ni-l prezintă cea mai lungă zonă de dislocare verticală cunoscută azi, care începe cu valea Jordanului și continuă prin depresiunea Mării Moarte, golful Akaba și Marea Roșie, numită în general **Scufundătura erithreană**, mărginită de falii marginale, însemnate prin vulcani azi stinși. În spre S ea se prelungeste prin falii ce mărginesc spre răsărit Platoul Abisinian, legându-se cu marea scufundătură **etiopiană**, în care găsim enormele conuri vulcanice din Kenia și Kelimanjaro.



### Explicarea fenomenelor vulcanice.

S'au emis multe păreri asupra cauzelor cari dau naștere erupțiilor vulcanice. Intre cele mai vechi este aceea, care bazându-se pe înșirarea vulcanilor în apropierea mărilor, admitea că apa mării pătrunzând prin crăpăturile scoarței până la nucleul fierbinte format de piroferă, se vaporizează brusc, iar vaporii revenind cu putere la suprafață, târăsc cu ei și o parte din materia topită. Această părere n'are azi decât puțini adepți, căci pe lângă că unii dintre vulcani se găsesc la sute de kilometri departe de vre-un țarm; dar o apă care s'ar scobori pe linii de rupturi, n'ar putea ajunge decât la adâncimile la cari temperatura ar atinge punctul ei critic ( $360^{\circ}$ ), când vaporii formați prin expansiunea lor ar împiedeca venirea a noi cantități de apă, înainte ca ea să ajungă la materia topită a nucleului central.

În această privință sunt de citat experiențele Inginerului francez BELOT, care printr'un dispozitiv de laborator, în care imită fundul mării din regiunile litorale (apă și nisip, puse într'o cuvetă metalică), prin încălzire, reușește să obțină experimental ca vaporii formați în regiunea fundului litoral, să se ducă spre regiunea țărmului, făcând erupție și imitând întocmai un vulcan și ca formă și ca activitate.

Părerea admisă în general azi și care cu multă probabilitate se apropie de adevăr, este aceea că liniile de dislocațiuni puternice, dealungul cărora se înșiră vulcanii și manifestățiunile vulcanice, ajung în profunzime până la adâncimile unde, ținând seamă de presiune, temperatura interiorului globului pământesc este așa de ridicată, încât cel puțin o parte din substanțele minerale de acolo se găsesc în stare fluidă și gazoasă; ori prin faptul că fractura le leagă cu exteriorul direct, prin scăderea presiunii în punctul atins de fractură, se provoacă o gazeificare și o lichifiere bruscă a acestor substanțe și ca urmare o erupție vulcanică.

De altfel, dacă treapta gradului geotermic de 33 m. s'ar menține constant până în profunzimile cele mai mari, adâncimea la care temperatura ar fi așa de mare încât orice rocă s'ar topi ar fi aproximativ de 40 km. Urmează de aci deci, că rocele fundului geosinclinalelor ca și acele ale zonelor continentale scufundate, când prin mișcări de scufundare ajung în această zonă, încep a se topi, alimentând cu substanțe noi materia topită a suprafeței pirosferei.

Din experiențele făcute cu granitul, s'a putut vedea, că prin încălzirea a 1 kgr. de rocă până la roșu, el degajează, din cauza diferitelor descompuneri chimice ce suferă la temperatura înaltă, 10 gr. de apă și un volum de 6 ori mai mare ca al său de gaze, compuse din  $H$ ,  $CO_2$ ,  $CO$ ,  $CH_4$  și  $N$ . Cam acestea sunt și gazele cari apar în emanațiunile vulcanice, afară de clorurile alcaline și cele metalice, cari nu pot veni decât direct din substanța supra-încălzită a pirosferei.

Astfel, prin scufundare, rocele ajungând în apropierea pirosferei, ele încep imediat eliminarea de gaze și de apă de constituție, cari ieșind în afară, pot da naștere, când sunt în mici cantități, la multe din izvoarele termale. Rocale scufundate ceva mai adânc intrând în fuziune, măresc rezerva magmelor eruptive de la suprafața pirosferei și prin aceasta li schimbă local și compoziția în raport cu natura lor mineralogică.

Mecanismul în sine al asvârlirii în afară a gazelor și a materiilor topite în timpul erupțiilor, admitând ipoteza aceasta, s'ar petrece astfel: gazele ce nasc din rocele scoarței prin o scufundare bruscă, dacă capătă o putere de expansiune așa de mare încât să învingă rezistența scoarței, o aruncă în bucăți în aer, dând naștere în afară la vulcanii de exploziune cu formare de neck-uri și uneori aruncând și mari cantități de cenuse.

În general însă gazele găsesc un loc lesnicios de ieșire prin liniile de ruptură și cu ele târăsc și o parte din materia topită. Mișcarea de ascensiune a magnei mai este ajutată apoi și prin apăsările exercitate de zonele scufundate asupra masei pirosferei.

Violenta exploziunilor vulcanilor strombolieni și volcanieni s'ar explica prin fenomene de scufundare, care ar ține mijlocia între scufundările brusce și cele cu totul încete; iar intermitența erupțiilor ca și neregularitatea lor ar fi intim legate de neregularitatea mișcărilor de scufundare ale scoarței.

Din cele arătate în acest capitol reesă că sub scoarța solidă, sub litosferă, se găsește suprafața nucleului central, suprafața pirosferei, formată din substanțe minerale topite, a căror compoziție variază cu natura rocilor digerate prin scufundare și topire în ea.

Ceva mai spre centru se admite că nucleul ar fi mai uniform constituit și considerând densitatea ridicată a interiorului pământului (8—10 sau și mai mult), partea centrală a pirosferei — barisfera, — trebuie considerată ca formată din metale grele și în special din fier și nichel, metale cari împreună cu olivina se



găsese și în scorile scoase la iveală de vulcanii de exploziune (Kimberley), ca și în scorile ce cad din sferele cerești pe pământ sub formă de meteorite.

**Acțiunea modificatoare a fenomenelor vulcanice,** considerată în total, constă în aducerea și zidirea, fie în interiorul (lacolite și lame intrusive), fie la suprafața scoarței, a numeroase substanțe minerale noi, luate din regiunile interne ale globului pământesc; dintre cari unele, ca rocele eruptive și zăcămintele de minereuri, măresc scoarța solidă; iar altele, cum sunt gazele și în special enorma cantitate de vaporii de apă, ca și apa izvoarelor juvenile, se adaogă neîncetat aerului și apelor de la suprafață.

## 2. Cutremurele de Pământ.

Prin cutremure de pământ înțelegem sguduiturile brusce ale scoarței globului, cari uneori au o violență așa de mare, încât orașe întregi sunt prefăcute în câteva clipe în ruine.

Efectul moral asupra omului este înspăimântător, mai ales că noi ne-am obișnuit de mici să considerăm scoarța solidă ca ceva fix și simțind-o pe neașteptate trepidând cu sgomot și tremurând sub picioarele noastre, ca o apă bătută de valuri, spaima nu ne va fi mică.

Nu numai omul se resimte de sguduiturile cutremurelor, ci și animalele. Astfel animalele de curte devin neliniștite, încep a țipa și unele înspăimântate o iau la fugă. S'au observat chiar animale de apă, ca crocodilii, cari înspăimântați au ieșit din apă și au luat-o rasna la fugă spre păduri, ori pești aruncându-se pe mal.

Că efectul moral asupra omului este întemeiat, ne putem convinge ușor din dezastrele cauzate de cutremure; astfel din cauza cutremurului din Calabria la 1783 au pierit 30.000, iar în 1910 în cel de la Messina peste 200.000 de oameni. În cel de la Lisabona din 1755, au pierit peste 60.000. În Japonia, în 1730, au pierit peste 100.000 de oameni, iar în cel de la 1 Septembrie 1923 când orașele Tokio și Yokohama au fost complet distruse, numărul sinistralilor a fost de peste 250.000.

Pagubele materiale provocate de cutremure pot fi uneori enorme. Ele variază după intensitatea, durata și direcția de propagare a cutremurelor. Astfel pagubele pot fi mici și neînsemnate, începând de la formarea de mici crăpături la ziduri, până la dărâmarea completă a tuturor clădirilor, când arborii pot fi rupți, munții și dealurile prăbușite, pământul răvășit prin crăpături nume-

roase, cu ridicături și scufundături noi, cu formări de lacuri și țâșniri de izvoare noi, ori schimbări de cursuri de apă, etc. (Fig. 156). Din fericire durata cutremurelor este mai întotdeauna scurtă, însă ele se pot repeta la intervale scurte, cum s'a întâmplat la 1812 cu orașul Caracaș și ținutul din jur, care au fost prăbușite prin trei sguduituri de la 3—4 secunde fiecare. Rare ori cutremurele țin zile și săptămâni de-a rândul, sguduitura cea mai mare fiind totuși simțită la început; cum a fost cutremurul din Ianuarie 1916, care a bătut la noi în regiunea muntoasă dintre Prahova și Olt (Munții Făgărașului).



Fig. 156. — Cutremurul de la Focșani din 1912; o casă în ruină. (Voitești).

**Studiul cutremurelor.** Studiate numai după efectele ce produce, cutremurele se prezintă sub diferite forme.

Astfel unele dau **sguduituri verticale**, asvârlind în aer tot ce pot deslipi de la suprafața pământului; altele prezintă sguduituri cari se propagă sub formă de **unde orizontale** într-o direcție anumită, provocând dărâmarea coșurilor și crăparea și dărâmarea pereților așezați oblic sau perpendicular pe direcția de propagare a cutremurului. Alte ori ele par a prezenta o mișcare de **rotire**, care se traduce în afară prin răsucirea monumentelor pe postul lor.

În realitate undulațiunile scoarței provocate de cutremure sunt mult mai complicate de cum se pot observa prin efectele lor. De sigur că numai prima izbitură, după cauzele care o provoacă, are o direcție determinată în spațiu. Odată ce scoarța a fost sguduită însă într'un punct sau în o regiune oarecare, ea continuă a



tremura cu mișcări care ondulează în toate direcțiile; în tocmă cum se întâmplă cu suprafața unui lichid care a fost sgușuit, fiecare particică căutând ca după un număr oarecare de oscilațiuni în toate direcțiile, să-și recapete poziția primă de echilibru.

Studiul cutremurelor de pământ este azi așa de înaintat încât a dat naștere unei științe aparte numită **Seismologie**.

Această știință care dispune de numeroase Observatoare înprăștiate pe întreaga suprafață a Pământului, cu ajutorul unor aparate foarte sensibile, poate înregistra în mod grafic, pe cilindri acoperiți cu hârtie înegrită cu fum și care se învârtesc regulat cu ajutorul unui mecanism de ceasornic, cele mai fine ondulațiuni ale scoarței. În special Seismologia se servește între altele de un fel

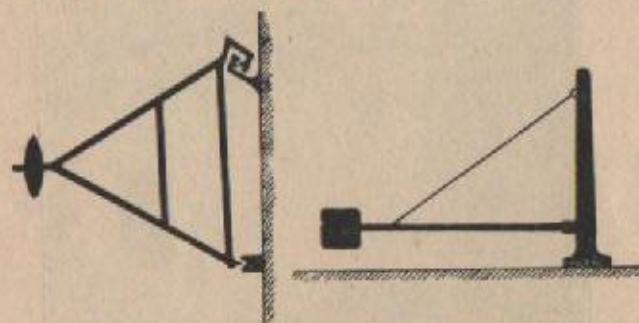


Fig. 157. — Pendule seismice, (din Haug, după M. de Ballore).

de **pendule** lungi dispuse vertical și de altele dispuse orizontal (și grele și ușoare), cari în virtutea inerției în timpul cutremurului, ele nu urmăresc mișcările imprimare de acesta suportului lor, care se mișcă odată cu scoarța; ci, rămânând în urmă, înregistrează astfel direcția și amplitudinea ondulațiunilor scoarței în punctul unde este așezat observatorul (Fig. 157).

Natural că aceste aparate trebuiesc așezate în afară de orașe și fixate în subsoluri adânci, cari să le ferească de trepidațiunile produse de trenurile și de trăsurile grele ce trec prin apropiere; iar postamentele lor betonate, să fie așa de intim legate de subsol, încât să facă o singură bucată cu subsolul.

Studiul seismologic al cutremurelor ne arată că ele se produc în profunzime într-o regiune numită **centru** (**hipocentru**), dela care vibrațiunile se propagă în toate direcțiunile. Regiunea dela suprafață care se găsește imediat, în fața centrului, numită **epicentru** resimte cea dintâi sgușuitură în mod vertical și sub forma cea

mai puternică. Toate celelalte puncte mai depărtate de epicentru, primesc sgușuituri din ce în ce mai oblice și mai slabe, cari în cele din urmă devin **unde orizontale** (Fig. 158).

Din **centru** pornesc două feluri de unde: unele **longitudinale** (ca vibrație) cu o viteză de 7—13 km. pe secundă și altele **transversale** având viteza numai de 4—7 km. Primele având viteza mai mare sosesc cele dintâi la suprafață și se înregistrează de seismografe ca o tremurătură precursorie a cutremurului. Celelalte se înregistrează după primele ca a doua fază precursorie. Acolo unde aceste unde izbesc perpendicular scoarța (zona epicentrală) provoacă mișcări sgușuitoare pe verticală (de jos în sus), ale scoarței mișcări cari constituiesc cutremurul de pământ.

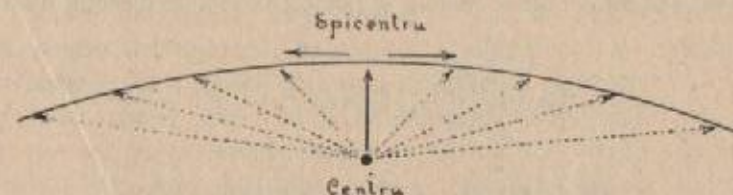


Fig. 158. — Propagarea undelor cutremurului.

Epicentru odată intrat în vibrațiune, constituie și el un centru nou dela care, pe la suprafață, se propagă vibrațiuni ondulatorii cu o viteză de 3—4 km. în toate direcțiunile, reprezentând adevăratul cutremur, simțit puternic de toți, vibrațiuni cari ajunse la antipozii epicentrului dacă sunt destul de puternice, se reîntorc iar spre epicentru.

Dacă cutremurul se petrece la o mică depărtare de observatorul seismografic, aparatele intră brusc în mișcare și pe grafice se înregistrează o fază de ondulațiuni dela început puternice, cari diminuează din ce în ce amplitudinea până ce încetează și care reprezintă undele adevăratului cutremur.

La depărtări ceva mai mari aparatele înregistrează la început o fază slabă, începătoare, fază precursorie primă și în raport cu distanța și pe cea de a doua și apoi faza puternică care prezintă mai multe scăderi și reveniri ale intensității, micșorându-se treptat până dispăre în faza finală (Fig. 159).

La depărtări foarte mari, ca de exemplu la antipozii epicentrului, se înregistrează pe grafice toate fazele (precursorii, puternice și finale), însă mult mai descompuse (prin distanțare) în timp și foarte slabe ca intensitate din cauza depărtării, reprezentând ondu-



lațiuni insensibile pentru om, **microseisme**; pe când în primul caz se înregistrează și **macroseisme**. S'a constatat, în special în cazul microseismelor, că faza începătoare este datorită undelor venite direct dela centru (hipocentru), pe când cele înregistrate în faza puternică și finală vin dela epicentru pe la suprafața pământului. Prin calcule s'a putut găsi și mijlocul de a determina, pe baza vitezei acestor diferite unde, și distanța epicentrului de observator, ca și adâncimea la care centrul s'ar afla față de epicentru. Astfel toate observatoarele mai depărtate de un cutremur pot să calculeze, se înțelege că aproximativ, locul geografic al acestuia.

Din studiul propagării undelor în masa pământului, reesă că în rocele suprafeței, viteza de propagare a undelor este mai slabă și ea variază după natura rocilor și poziția lor față de direcția de pro-

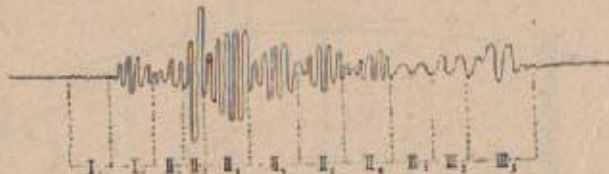


Fig. 159. — Oscilațiuni seismice, înregistrate de un seismograf. I, II și III fazele precursorii, puternice și finale ale cutremurului.

pagare; pe când în regiunea centrală a pământului viteza crește treptat spre centru și se comportă ca și când pirofera ar fi constituită dintr'o masă elastică și omogenă, care ar fi mai rigidă ca oțelul.

După puterea cutremurului ca și după depărtarea la care ne găsim de epicentru în momentul producerii sale, cutremurul prezintă diferite tărie.

Pentru coordonarea datelor necesare studiului lor, s'a stabilit o anumită scară de tărie, după care putem deduce tăria cutremurului într'un anumit punct.

Această scară, după *Rosi* și *Forel*, cuprinde următoarele 10 grade de tărie.

#### Microseisme:

I. Mișcări înregistrate numai de aparatele seismice și dintre acestea numai de cele mai sensibile.

#### Macroseisme.

II. Mișcări înregistrate de toate aparatele seismice, simțite și de un număr restrâns de oameni în repaos.

III. Mișcări simțite de un mare număr de oameni în repaos, putând uneori determina chiar durata și direcția lor de propagare.

IV. Sguduire simțită și de cei ce se găesc la lucru. Mișcarea mobilelor, a obiectelor, a ușilor și a ferestrelor, etc.

V. Simțit de toată lumea. Obiectele se clatină și clopotele sună singure.

VI. Sguduitura deșteaptă și pe cei adormiți, unii chiar ies înfricoșați. Pendulele se opresc și chiar arborii se clatină.

VII. Mobilele și obiectele sunt răsturnate; tencuielile încep să cadă; spaima-i cuprinde pe toți.

VIII. Coșurile se dărâmă și zidurile crapă.

IX. Ruina parțială sau totală a unora dintre clădiri.

X. Ruină și dezastru general. Pământul este crăpat și răvășit; iar în munți se produc prăbușiri.

Cum observatoare seismologice nu pot fi prea multe într'o țară, pentru determinarea intensității, a direcțiunii, a modului de manifestare, ori a efectelor locale produse de cutremur, o mare valoare au datele culese la fața locului, în orașe, sate, etc., dela acei ce l-au simțit. Pentru aceasta, cei ce au simțit cutremurul trebuie să-și noteze bine data, ora și minutul când au simțit sguduiturile cutremurului (verificându-și ceasornicul în timpul observației după cel mai apropiat post telegrafic sau telefonic); dacă el a fost vertical sau orizontal și în cazul acesta, după modul cum au căzut obiectele din casă, sau după înclinarea cadrelor de pe pereți, să-și dea seamă și de direcția de propagare în spațiu a cutremurului față de punctele cardinale. În fine trebuie să-și dea seamă de ori și care particularități asupra modului de manifestare (sgomote, etc.) și de propagare al cutremurului, ca și asupra efectelor morale și pagubelor materiale, ori asupra modificărilor aduse solului și subsolului, apelor curgătoare și izvoarelor, etc.

Odată datele acestea culese, ele se pot așeza pe o hartă a regiunii atinsă de cutremur, unindu se, prin **curbe homoseiste**, toate localitățile cari au fost sguduite de cutremur în acelaș timp; ori, prin **curbe isoseiste**, toate localitățile cari l-au simțit cu aceeaș tărie. Aceste din urmă curbe sunt cele mai lesne de construit, datele fiind mai ușor de cules. Numai după ce curbele acestea au fost construite, ne putem da seama de modul și de viteza de propagare a cutremurului; de efectele lui, ca și de mărimea suprafeței atinse de el (vezi Fig. 160).

**Cauzele cutremurelor de pământ.** Cutremurele pot fi provocate de mai multe cauze geologice și numai comparând harta seismică a regiunii atinse de un cutremur, bine studiat ca mod de manife-



stare, cu harta geologică locală, putem să ne dăm seama de natura cutremurului, sau mai bine zis de cauzele cari l-au provocat.

Astfel unele cutremure cu totul locale, întinzându-se pe o suprafață foarte redusă, sunt datorite unor prăbușiri subterane, în peșterile rocilor calcaroase, sau în golurile rămase prin dizolvarea sării și a gipsului, numite **cutremure de prăbușire**.

De multe ori toată bucată de deasupra golurilor se prăbușește până la suprafață, denivelând solul, răvășind și distrugând totul ce se găsea pe acel petec al suprafeței.

Unele cutremure stau în legătură cu erupțiunile vulcanice, numite **cutremure de natură vulcanică**, însă și acestea rămân localizate mai mult sau mai puțin în regiunile vulcanice. Numai rar, dacă aceste cutremure au o extindere mare, cum a fost cel provocat de erupția din 1883 a vulcanului Krakatoa, dintre Sumatra și Java, care s'a simțit până la antipodii; iar valurile produse de unda cutremurului, având înălțimi extraordinare (30 m), au ras, pe o distanță de 10 km. tot ce au găsit pe țărmul apropiat al celor două mari insule.

Cele mai multe cutremure însă sunt de natură tectonică și ele sunt datorite mișcărilor de așezare ale rocilor scoarței, dealungul dislocațiunilor mai recente și în special dealungul liniilor de falii sau de facturi.

Scoarta pământului prin răcire continuă se contractă încetul cu încetul, astfel că prin această micșorare de volum, vechiul echilibru al unora din porțiunile separate prin rupturi, poate fi rupt și spre a și-l recăpăta, ele suferă o mișcare de așezare după aceste linii de falii.

Echilibrul acesta mai poate fi rupt și prin acțiunea eroziunii, care distrugând și transportând o parte din materialul distrus, face ca vechea stare de echilibru între diferitele unități tectonice să fie deranjată, prilejind prin aceasta o mișcare de așezare a lor.

Aceste mișcări de așezare se petrec mai ales în profunzime și sunt de obicei brusce, așezarea făcându-se ori dintr-o singură dată, ori în mod sacadat, la intervale scurte. Repercutarea lor la suprafață, se traduce printr'un cutremur, a cărui intensitate stă în raport cu mărimea dezechilibrului cauzat prin așezare. Sgomotele cari se aud provin în general din cauza frecării și zdrobirei rocilor tari între ele dealungul liniilor de fracturi în timpul așezării.

Cele mai renumite regiuni de cutremure de natură tectonică și vulcanică sunt Japonia și Sicilia cu Calabria, în Sudul Italiei.

Cutremurele din România sunt în general de natură tectonică și ultimele două, bine studiate, au fost:

Cel din 1912 (25, 26 și 27 Mai și Iunie st. n.) care s'a simțit puternic în zona Mărășești—Focșani (gradul al IX-lea), a fost un cutremur tectonic de așezare după o falie veche ce se continuă pe la Nordul Dobrogei, trecând printre aceste două localități până în Carpați, unde se ascunde în profunzime. La Focșani ca și la Mărășești, prima sguduitură a fost verticală, ceea ce arată că ambele se găseau în regiunea epicentrală a cutremurului. Verticalitatea sa s'a putut constata după stricăciunile aduse unora din clădirile mai de seamă. Așa de ex. la Liceul din Focșani, coșurile au sărit în bucăți dela nivelul acoperișului; iar pereții camerilor, pe cari nu erau așezate grinzile tavanurilor, s'au deslipit complet de tavanuri, încât din pod se putea vedea pe spărturi până în camerele de jos. Tot astfel coșurile fabricii Negroponte dela Mărășești, din cauza sguduiturei verticale, au fost sparte, prin strivire cu umflare în afară, tocmai aproape de extremitate. Acolo zidăria era și mai subțire și sguduirea a avut maximum de efect, partea aceasta fiind zdrobită între corpul coșului zidit masiv și inelul său terminal îngreunat prin îngroșarea zidăriei.

Pe drumul ce duce la fabrică se observă, chiar în șosea, o denivelare de 10—15 cm. a terenului.

După această primă sguduitură verticală, cutremurul s'a continuat prin mișcări ondulatorii, cari s'au propagat în toate direcțiile, mai tari în zona epicentrală dealungul faliei, cu direcția NW-SE și mai slabe pe direcții perpendiculare acesteia. Din cauza acestor ondulațiuni la multe case și biserici au crăpat pereții și au căzut coșuri, sobe și acoperișuri. Regiunea aceasta a mai fost zguduită și în 1913 (11 și 14 Martie) însă mult mai slab (Fig. 160, vezi și Fig. 156).

În iarna anului 1916, s'a simțit un alt cutremur tectonic, care însă și-a avut regiunea epicentrală în Cristalinul Munților Făgărașului, cu o intensitate tot așa de mare (gradul al IX-lea). Această masă cristalină este separată, atât în spre Transilvania cât și în spre Muntenia și Oltenia, prin linii mari de ruptură cu puternice denivelări, dispuse aproximativ W—E până între Argeș și Râul Doamnei, de unde liniile acestea se curbează spre NE. Paralel cu aceste dislocații marginale, masa totală a cristalinului mai este încă dislocată prin trei mari falii.



În timpul cutremurului, care a durat aproape două luni (Ianuarie și Februarie), au jucat toate aceste linii de falii. Bubuiturile ca de tunuri subpământene, însoțite de explozii de praf de rocă, ce se auzeau dealungul tuturor acestor dislocații, erau datorite frecării și zdrobirii rocilor în timpul așezării lor. Acest cutremur deși

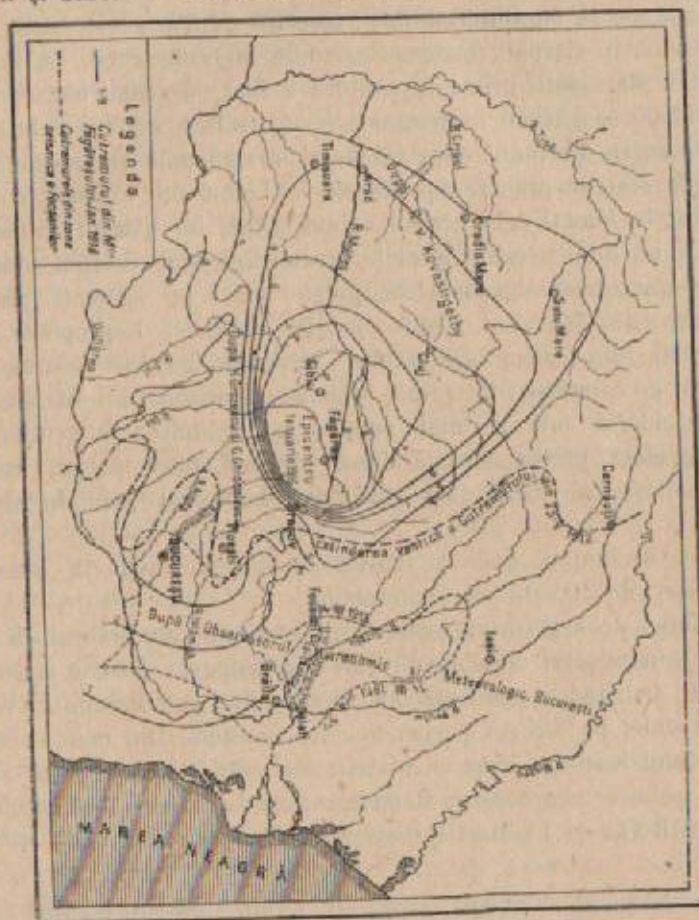


Fig. 160. — Harta ultimelor două cutremure mai importante din România. (1—9 gradele de tărie).

prin durata și violența trepidărilor sale, ca și prin întinderea zonei epicentrale, a întrecut pe multe alte cutremure simțite la noi, pagube n'a adus așa de mari, din cauză că zona epicentrală unde a avut și maximul de violență, s'a întâmplat să cadă într-o regiune muntoasă și nepopulată. Cauza acestui cutremur a fost

desigur așezarea Cristalinului M-ților Făgărașului împreună cu marginea sudică a basinului Transilvaniei.

Între cutremurele mai însemnate de cari se amintește la noi, sunt: cutremurul simțit la Iași în 1684; cel dela 1740 despre care un cronicar spune că clopotele sunau singure, iar oamenii nu se puteau ține pe picioare; cel dela 1802 când s'a dărâmat jumătate din Turnul Colței în București; puternicul cutremur dela 11/23 Ianuarie 1838 simțit în Câmpia Română, când prin dese crăpături est-vestice ce a provocat, țâșneau apele subterane formând lacuri, casele s'au dărâmat, iar arborii atingeau pământul cu vârful; unul local la Brăila la 15 Aprilie 1865, și altul tot local la Câmpulung la 7 Mai 1872; în fine cel dela 1879 din Câmpia din jurul cotului Carpaților care a egalat în tărie și efecte pe cel din 1838.

**Cutremure submarine.** — Cutremurele submarine sunt datorite aceluiași fenomene tectonice ca și de uscat, cu deosebire că zonele lor epicentrale se găsesc în regiunile fundurilor marine. Comparativ cu cele de uscat ele sunt cele mai numeroase. De altfel ele sunt în general și cele mai dezastruoase, prin aceea că în regiunile litorale, ele provoacă valuri puternice, cari trecând peste țărni, rad dela suprafața pământului tot ce întâlnesc în cale. Cea mai bântuită țară de astfel de cutremure este Japonia și din cauza aceasta, în zonele bântuite, casele se fac de lemn.

Cutremurele submarine par a se produce dealungul fracturilor din apropierea țărmurilor, cari separă regiunea scufundată a abisurilor oceanice de masele continentale.

### 3. — Mișcările lente sau mișcările seculare ale scoarței globului.

Afară de mișcările violente pe cari le încearcă în timpul cutremurelor de pământ, s'a constatat, atât din studiul formațiunilor geologice, cât și din multe din observațiunile făcute în timpurile istorice, că scoarța solidă mai execută și unele mișcări foarte încete, în unele puncte de ridicare în altele scufundare; cari mișcări din cauza încetinei lor se pot bine constata numai după timp de secole, fapt ce le-a atras și denumirea de mișcări seculare.

Tot din această cauză și efectul lor nu poate fi mai bine observat decât în apropierea țărmului mărilor, unde cea mai mică



mişcare de scufundare a uscatului țărmului, se traduce prin o înaintare — o **ingresiune** — a mării spre uscat; pe când din contră, o mișcare de ridicare a țărmului, va aduce după sine o retragere — o **regresiune** — a apei marine de pe continent.

Astfel, în regiunea Pozzuoli din Italia, din templul zeului Joe Serapis, se mai păstrează încă câteva coloane așezate vertical pe suportul lor, cari, pe o întindere cuprinsă între 3 m și 3,30 m de la bază, sunt ciuruite de găuri de Molușce marine litofage. Ca

aceste Molușce marine să-și fi găurit căsuțele lor în marmura coloanelor templului, trebuie să admitem că după construirea sa, prin o mișcare de scufundare ușoară a țărmului, templul a ajuns sub apa mării cel puțin până deasupra nivelului acesta și după un timp oarecare, prin o mișcare de ridicare, resturile sale din nou să fi fost scoase în afară. Actualmente baza lor se găsește cu ceva sub nivelul mării, și se poate stabili cu oarecare precizie că această situație, față de nivelul mării, templul o are dela 1538, din timpul



erupțiunii vulcanului Monte Nuovo, care-l acoperise de cenușe și de sub care a fost desgroat în 1750 (Fig. 161).

De altfel istoria ne povestește despre multe orașe înfloritoare cari astăzi zac sub valurile mării, și în baia Douarnenez (Bretagne), în timpul refluxului, la 5—6 m. sub apă, se mai pot vedea încă ruinele orașului Ys acoperit de ape în secolul V-lea.

Apoi, atât în Franța de Nord cât și în Norvegia, se cunosc multe văi, ale căror regiuni de vărsare în Atlantic au fost acoperite de apele marine, scobitura văilor lor actuale continuându-se mult și în platforma continentală, pe sub apele oceanului.

De asemenea este cunoscută străduința Țărilor de Jos de a stăvili înaintarea apelor Mării Nordului, prin construirea de diguri puternice; iar în Baltica pe când țărmul german rămâne pe loc, țărmul suedez și-a mărit cu mult uscatul. Și țărmul nordic al Norvegiei ne prezintă un frumos exemplu de ridicare, terase cu resturi de scoici marine actuale, găsindu-se ridicate la diferite nivele. De altfel din studiul teraselor marine din epoca Cuaternară,

imediat anterioară celei actuale, reesă că uscatul Scandinaviei și al Finlandei a suferit mai multe oscilațiuni de ridicare și de scufundare; iar din compararea înălțimilor la cari se găsește azi aceste terase, reesă că nu toate au fost ridicate până la același nivel, denivelarea variind în general dela 0 m până la +270 m.

Din studiul geologic al formațiunilor noi de tot, se constată că și regiunile carpato-alpine la începutul Cuaternarului au suferit o ridicare în bloc de peste 1000 de metri; căci numai astfel ne putem explica, de exemplu, cum Pliocenul din Măgura Odobeștilor, ce o constituie dela bază până la vârful său ce trace cu ceva de cota de 1000 m., se găsește ridicat azi la o așa de mare altitudine deasupra nivelului mării.

Când s'a descris acțiunea mărilor asupra țărmului, s'a arătat că transformarea platformei litorale în soclul continental prin acțiunea valurilor, nu putea să se facă decât în timpul unei mișcări încete de scufundare a țărmului, peste care în aceeași măsură apa mării a înaintat nivelându-l. Tot astfel prin o ridicare înceată a țărmului, apa mării retrăgându-se treptat de pe soclul continental, ia naștere o plajă nisipoasă întinsă.

Cum vedem mișcările seculare ale scoarței au ca efect nemijlocit mărirea uscatului în unele regiuni, iar în altele micșorarea întinderii lui.

Din cauza oscilațiunilor lente ale scoarței, **linia de țărm** a mărilor și oceanelor **variază** neîncetat și dacă aceste variațiuni în timpurile actuale par a avea o mică însemnătate, considerate în raport cu imensitatea timpurilor geologice, ele au jucat un rol foarte important.

**Transgresiuni și regresii marine.** — În studiul formațiunilor geologice găsim numeroase exemple, din cari se poate deduce că în unele perioade apele mărilor s'au întins mult peste continentele ce le țărmureau, înaintare numită **transgresiune**; pe când în alte perioade, apele marine s'au retras de pe regiunile continentale, în spre regiunile adânci ale geosinclinalelor, retragere numită **regresiune**.

Astfel, dacă considerăm numai **Cretacienul superior din Carpați**, găsim că apele geosinclinalului său ce coincide aproximativ cu axul Carpaților actuali, încep transgresiunea peste regiunea continentală (formată de Cristalinul M-ților Getici cu puține petee de Jurasic-Neocomian) în **Albianul superior** care apare transgresiv în basinal Rucăr-Dâmbovicioara, în Moldova, etc.



Cu **Cenomanianul** transgresiunea se întinde și mai mult, acțiunea de distrugere a valurilor în înaintarea lor peste uscat (Fig. 162), fiind însemnată prin conglomerate și gresii puternic dezvoltate, cari se întind și peste Cristalin, spre Vest, în Muntenia, până la Nămești și Rucăr-Piatra-Craului (Mușcel); iar în Transilvania până spre Munții Apuseni.

În **Turonian**, care nu se cunoaște în Carpații meridionali, apele Cretacului superior par a se fi retras din regiunile acestea spre regiunile geosinclinale adânci.

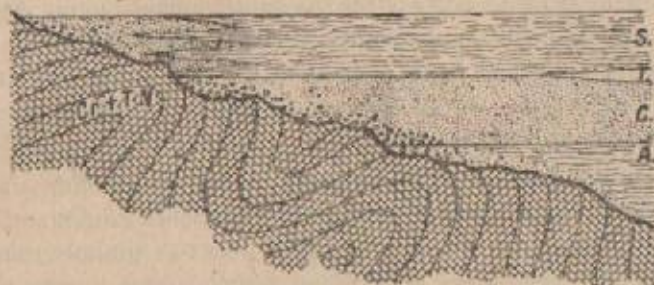


Fig. 162. — Transgresiunea Cretacului superior în regiunile carpatice (Peste Cristalin Cr. și Jurasic-Neocomian, J. N.: A = Albion, C = Cenomanian, T = Turonian și S = Senonian).

În **Senonian** însă, apele Cretacului (superior) au cea mai mare extindere peste regiunea continentală, acoperind Cristalinul Getic până dincolo de Olt, înaintând pe la marginea sa sudică până la Vărciorova; iar în Transilvania, peste cea nordică, până dincolo de Munții Apuseni.

Cu **Danienul** apele cretacice se retrag din nou din regiunile carpatice.

Exemple de variațiuni mari de țărm, mai noi, găsim în regiunea mio-pliocenică din Subcarpații Munteniei și Olteniei. Astfel Mediteraneanul îl găsim **transgresiv** peste Oligocen, transgresiunea sa fiind însemnată, ca și a Cretacului, prin conglomerate de țărm puternice. Sarmațianul care moștenește apele mult îndulcite ale Mediteraneanului, prezintă variațiuni numeroase, în unele părți înaintează transgresiv, având și conglomerate, în altele retrăgându-se mult spre Sud, așa încât în aceste părți Pliocenul se găsește așezat direct peste Mediteranean, cum s'a întâmplat în toată regiunea dintre Olt și Dâmbovița.

Meotianul marchează timpurile pliocenice în general prin o puternică **ingresiune** peste depozitele miocene, în unele părți înaintând chiar până peste zona Flișului, cum este Basinelul Comăneștilor (Moldova), care pătrunde în Carpați până la poalele culmei Lăpușului.

Apele Pontianului sunt în regresiv față de cele meotiene; în Dacian însă apele pliocenice înaintază din nou, trecând în unele părți mult peste marginea depozitelor meotiene.

Ori care ar fi fost sensul acestor mișcări, variațiunile de țărm mio-pliocenice însumate toate, au ca consecință finală o retragere trep-

tată a apelor în spre Câmpia Română. În Subcarpații orientali și cei nordici, această retragere treptată este și mai evidentă. Căci pe când Mediteraneanul lungeste Subcarpații până în cei de Nord, Sarmațianul se întinde numai până în Bucovina, iar Meotianul numai până la jumătatea Moldovei, pe când Pontianul și Dacianul abia ating regiunea sudică a Moldovei.

În general, o transgresiune sau o ingresiune marină, în afară de discordanțele stratigrafice bine pronunțate, se mai poate deduce și după caracteristicile de sedimentare inerente transgresiunilor.

Astfel între formațiunile transgresivă și aceea peste care ea transgresează, se observă lipsa formațiunilor intermediare lor, deci o **lacună stratigrafică**, datorită regresiei marine ce a urmat exondării uscatului în acel punct înaintea transgresiunii. Așa de exemplu între Olt și Olteț **Dacianul** se așterne **concordant** peste **Meotian** având între ele o lacună, lipsa Pontianului, formațiune care ceva mai spre W de Olteț, ca și spre E de Dâmbovița, separă acești doi termeni ai Pliocenului. În Bucegi, Cenomanianul se așterne ori direct peste șisturile cristaline, ori peste Jurasicul superior. Alte ori partea superioară a formațiunii peste care s'a făcut transgresiunea, prezintă **alterațiuni** datorite acțiunii atmosferei (soluri, cum par a fi bauxitele M-ților Apuseni), sau prezintă depozite continentale (grohotișuri, prundișuri, morene, etc.), cu resturi de animale și de plante de uscat.

În general însă, prezența conglomeratelor litorale la baza formațiunii transgresive, născute prin acțiunea progresivă a valurilor asupra rocilor țărmului distrus și nivelat în timpul înaintării transgresive a apelor, constituie cea mai evidentă caracteristică a transgresiunii.

Faptul că atât transgresiunile cât și regresiunile se fac încet și treptat, este natural ca diferiți termeni ai unei serii transgresive să aibă extinderi din ce în ce mai mari, începând de la baza seriei până la maximum de transgresiune; pe când termenii unei serii regresive se prezintă din ce în ce mai mici, cu cât ne ridicăm în serie. În acest ultim caz trebuie să fim atenți să nu confundăm seriile regresive ale unei regresii, cu fenomenele de eroziune ce prezintă în general regiunile sinclinale, unde seriile succesive de strate, pe marginile sinclinalului, prezintă aceeași dispoziție concentrică ca și regresiunile.

Din studiul comparativ al depozitelor sincronice din geosinclinale și de pe arile continentale invadate de ape, s'a putut deduce (HauG) că: ori de câte ori un termen oarecare al unei serii stratigrafice este transgresiv peste arile continentale, el



lipsește sau este slab reprezentat, este deci în regresiune în regiunile de geosinclinale, și invers, ori de câte ori un termen este bine reprezentat în regiunile geosinclinale, el lipsește sau este în regresiune, pe ariile continentale. Și este natural ca o micșorare a adâncimilor în geosinclinale, să aibă ca consecință o extindere a apelor peste zonele continentale vecine; după cum o adâncire a geosinclinalelor să provoace o retragere a acestor ape de pe zonele continentale, în abisurile geosinclinale noi formate.

### Cauzele mișcărilor seculare ale scoarței globului.

Oscilațiunile lente ale scoarței solide nu pot fi datorite unor cauze străine de globul pământesc, și de sigur sunt și ele o consecință naturală a contracțiunei masei sale. Faptul că aceste oscilațiuni variază ca sens uneori pe distanțe foarte mici (Țările de Jos și sudul Scandinaviei), faptul că ele se produc în mod independent de cauze exterioare și că apar sub orice latitudine fără să aibă caracterul de universalitate, ci mai mult caractere locale; sunt tot atâtea dovezi cari pledează pentru considerarea lor, ca făcând parte din fenomenele provocate de contracțiunea înceată dar continuă a globului pământesc. Prin aceste oscilațiuni de amplitudini mai mult sau mai puțin reduse, se provoacă ingresiuni și retrageri marine, peste și de pe continente, cu extinderi variate, în general însă mici.

### Explicarea transgresiunilor și regresiunilor.

Transgresiunile marine prezentând de multe ori extinderi imense, ca aceea a Cretacicului superior, în mod firesc naște întrebarea dacă ele sunt datorite oscilațiunilor scoarței sau variațiunilor de nivel ale apelor marine. Cu alte cuvinte, dacă în timpul invaziunilor și retragerilor marine, peste și de pe ariile continentale, continentele sunt acelea cari se scufundă sau se ridică, apele păstrându-și același nivel; sau continentele stau fixe și apele marine printr'un fenomen oarecare de îngrămădire locală, își ridică nivelul lor în părțile unde transgresează, scoborându-l în acele unde ele regresează.

Deși în mod logic nu s'ar putea admite decât aceleași cauze ca și pentru variațiunile de țărm, transgresiunile și regresiunile pe ariile continentale ne fiind decât înaintări și retrageri marine de amplitudini mari; totuși s'au căutat explicații și în afară de legătura cu contracțiunea masei globului pământesc.

Astfel, unii le-au pus în legătură cu formarea marilor calote de gheață dela poli, cari prin solidificare, ar atrage mari cantități de apă în aceste regiuni, ridicând nivelul apei și provocând înaintarea ei peste uscaturile vecine; dar în cazul acesta fenomenul ar trebui să se întâmple alternativ, când la polul Nord când la cel Sud, în raport cu poziția polilor față de soare iarna, fapt care nu se verifică prin datele geologice.

Alții au crezut că s'ar putea explica aceste variațiuni în nivelul apelor marine, prin anumite variațiuni în viteza de rotație diurnă a Pământului. Așa de ex. o mică accelerare a vitezei de rotație, ar provoca o turtire mai mare a polilor și o îngrămădire a apelor în regiunile ecuatoriale; iar o scădere de viteză ar provoca un fenomen contrariu. Dacă ar fi așa, atunci transgresiunile și regresiunile ar trebui să aibă caracterul de universalitate, ceea ce este în contradicție cu datele geologiei stratigrafice.

De sigur că și transgresiunile și regresiunile sunt datorite tot fenomenului de contracțiune al globului terestru, și faptul că ele au uneori extinderi extraordinar de mari peste ariile continentale, se poate explica numai prin **jocul de scufundare și de ridicare al scoarței solide, după linii de fracturi mari**, ce o separă în regiuni de ridicare, uscatul în general, și în regiuni de scufundare, fundul mărilor și oceanelor. Astfel dacă ne imaginăm vechiul **Continent Nord-Atlantic**, ce unea în timpurile geologice într'un singur uscat Canada, cu Groenlanda, cu Islanda, cu o parte din Ins. Britanice și cu Fino-Scandinavia, găsim că bucăți din el se găsesc azi sub apă în Oceanul Atlantic, în cel Arctic și în Marea Nordului, peste care se depun azi transgresiv sedimente noi; pe când porțiunile ce au rămas din el încă deasupra, formează azi partea continentală de Nord a Europei și a Americii.

Astfel s'a întâmplat cu toate continentele vechi, cari s'au îmbucătățit prin linii mari de fracturi, parte alăturându-se la noile uscaturi formate prin mișcări de ridicare și de peste care marea s'a retras; parte constituind fundul mărilor și oceanelor și peste care se depun azi transgresiv, sedimente noi. Ca exemplu de regresiune, ca să ne mărginim numai în regiunile apropiate de noi, găsim că vechiului horst muntos al Dobrogei de Nord, i-s'a alipit ca uscat, prin exondare, mai întâi Dobrogea de Sud cu o bună parte din Platforma prebalcanică și în urmă de tot Câmpia Română; aceste trei porțiuni de uscat azi unite, se găsesc separate prin linii de fracturi mari, și au vechimi geologice deosebite (vezi harta



geologică a României și liniile tectonice directrice, Fig. 334). Horstul dobrogean a devenit uscat din timpul Cretacicului superior; Dobrogea de sud și Prebaleanii, cu mici excepțiuni în timpul Pliocenului, datează ca uscat dela finele Miocenului; pe când Câmpia Română devine uscat numai către finele Cuaternarului.

Natural că în explicarea transgresiunilor și regresiunilor nu trebuie să ne închipuim, că au jucat numai ariile continentale, ci și porțiunile scufundate din scoarță și cari formează patul apelor marine. O transgresiune poate lua naștere și prin o mișcare de ridicare a fundului oceanelor; după cum prin o scufundare a sa, prin adâncirea fundului, apele se pot retrage de pe o bună parte a continentelor invadate. Desigur însă că la invadarea și la retragerea apelor marine de peste uscături, atât ariile continentale, cât și scoarța fundului apelor marine, au contribuit prin jocul lor pe verticală și de sens contrar.

Mișcările pe verticală ale uscatului, de ridicare (+) și de scufundare (—), se numesc în general **mișcări epirogenetice** și ele deși stau în legătură, sunt însă distincte de fenomenele de **cutare**, sau de **încrêțire**, ale rocilor scoarței, provocate de **mișcările orogenetice**.

### Formarea munților. — Mișcări orogenetice.

Urmărind cu atenție dispoziția rocilor din oricare vale care taie deacurmezișul o regiune muntoasă (Jiul, Oltul, Oituzul, Dunărea), ne convingem ușor că munții nu reprezintă altceva, decât niște zone de roce din scoarța globului, ale căror strate sunt încrêțite de cute până la cele mai mari adâncimi și că aceste zone cutate se găsesc uneori ridicate, împreună cu ariile continentale din jur, la înălțimi de mii de metri deasupra nivelului mărilor actuale. Faptul că roce destul de rezistente ca gneisurile, calcarele, gresiile, etc., se găsesc uneori așa de puternic încrêțite; precum și roce eruptive ca granitul, care când este încleștat și el în cute, prezintă fenomene de strivire (M-ții Făgărașului); ne arată că forțele cari au provocat formarea cutelor munților sunt enorm de puternice.

Intru cât privește legătura dintre aceste forțe și căldura centrală a pământului, au fost toți oamenii de știință de acord; deosebiriile dintre vederile lor se datoresc numai modului cum unii au înțeles influența acestei călduri asupra formării munților.

Astfel, la început s'a crezut că forțele provocate de căldura centrală ca să ridice munții, au lucrat de jos în sus și anume prin presiunea ce ar fi exercitat-o viiturile de magme de roce eruptive asupra scoarței sedimentare și argumentul principal era că, în regiunile centrale ale mai tuturor munților actuali, apăreau șisturi cristaline și roce eruptive.

De când s'a observat însă că în majoritatea cazurilor, atât șisturile cristaline cari apar în inima munților, cât și unele roce eruptive, sunt strâns cutate și ele odată cu învelișul de roce sedimentare ce le acopereau; s'a ajuns la convingerea că, nu rocele și șisturile cristaline au provocat încrêțirea straturilor sedimentare, ci că alte forțe străine și de unele și de altele trebuie să fi intervenit, ca să le încrêțească pe toate împreună.

Cu timpul în urmă s'a admis că, încrêțirea zonelor cutate este datorită tot **contractiunii scoarței globului**, admitându-se în ipoteza aceasta, că prin contractiunea masei Pământului, raza sa micșorându-se, rocele ce-i formează litosfera (scoarța), tinzând în virtutea gravitațiunii să rămână continu în contact cu pirofera, sunt silite în acelaș timp a ocupa în profunzime un spațiu din ce în ce mai mic, din care cauză ele se încrêțesc, ori se **fracturează** în anumite regiuni de slabă rezistență.

Deși litosfera în tendința ei de a ține mereu contactul cu pirofera, caută să execute mișcări pe verticală, în direcția și sub imperiul gravitațiunii; din cauza îngrămădirii rocilor în profunzime, prin descompunerea puterii gravitațiunii, iau naștere **forțe de compresiuni laterale**, cari lucrând tangențial — **forțe tangențiale** — strivesc masele mai puțin rezistente.

În general litosfera are o constituție cât se poate de heterogenă, și ea roce și ea consistentă, și după diferitele linii de fracturi ce o străbat în mod aproape vertical în toate direcțiunile, ea apare ca formată din **compartimente diferite**, cari prin jocul mișcărilor epirogenetice se găsesc așezate la diferite înălțimi; unele din ele formând **fundul mărilor și oceanelor**, altele întinse **câmpii și platouri joase**, iar altele **platouri și zone muntoase**, înălțate cu mii de metri deasupra nivelului actual al mării (Câmpia Română, Câmpia Tisei, Platoul Moldovei, Carpații și Subcarpații, Câmpia-platou a Transilvaniei, etc.).

În timpul contractiunii generale a masei Pământului, să nu ne închipuim că, în jocul lor pe verticală, aceste diferite compartimente rămân vreodată libere de regiunile învecinate, ci în tot



momentul ele se sprijinesc unele pe altele, se îngrămădesc, se apasă lateral; astfel că în tot momentul ele se găsesc sub tensiunea potențială a unor puternice forțe tangențiale de îngrămădire.

Și din momentul ce anumite porțiuni din scoartă, mai puțin rezistente, cedează acestor tensiuni, forțele tangențiale de îngrămădire, trecând treptat din faza potențială în cea actuală, ele se transformă în forțe orogenetice; iar aceste zone de slabă rezistență sunt încrețite, sunt cutate și transformate în zone de munți.

De sigur că nu-i o simplă întâmplare coincidența între locul ce ocupă azi zonele cutate din scoartă și locul ce ocupau înainte de cutarea lor regiunile scufundate din scoartă și ocupate de geosinclinalele, în cari s'au depus rocele sedimentare azi încrețite. Astfel, Alpii, Carpații, Himalaia, etc., etc., își întind zonele lor de cute în lungul geosinclinalelor, în cari s'au sedimentat aproape fără întrerupere în Jurasic, în Cretacic și în Terțiarul mai vechi rocele încrețite ale acestor munți. Coincidența aceasta nu poate să aibă decât o singură explicație și anume că, în regiunile de scufundare ale geosinclinalelor, atât rocele vechi ale fundului geosinclinalului, cât și rocele noi și sedimentate mai de curând, sunt mai puțin rezistente față de forțele de îngrămădire tangențială, decât carapacele vechi și întărite ale zonelor continentale, cari mărginesc scufundătura acestor geosinclinale (Fig. 163).

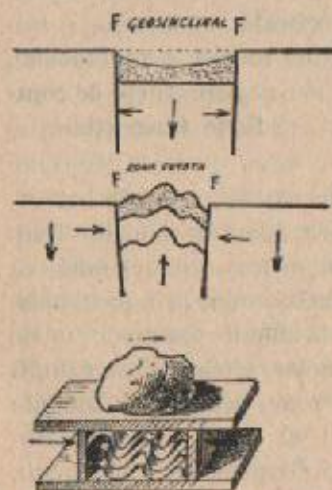


Fig. 163. — Explicarea formării muntilor.

le urmărește și axul regiunii cutate (Arcul alpino-carpatic).

Este ușor deci de înțeles cum prin jocul acestor carapace, atât rocele vechi ale fundului cât și rocele sedimentare noi depuse pe aceste funduri ale geosinclinalelor, sunt îngrămădite, sunt încrețite și strivite lateral, ca între niște puternice clește, formând zone de cute mai mult sau mai puțin paralele cu axul geosinclinalului; zone a căror direcție în spațiu este influențată în prima linie de felul de a fi al acestor carapace rigide. Astfel dacă carapacele acestea prezentau margini drepte și direcția cutelor a fost rectilinie; iar în caz, contrar, cutele prezintă sinuozitățile și inflexiunile impuse de înfrângerile și eșindele lor, sinuozități pe care de altfel

La mai toți munții se observă că cutele lor sunt **disimetrice**, datorită unei revărsări a acestora peste unul din flancuri. Astfel Alpii și Carpații au cutele lor revărsate și încâlcate unele peste altele în spre regiunile din afara curburei lor.

Fenomenul revărsării cutelor se datorește faptului, că cele două zone de carapace, cari au provocat cutările, nu se găseau nici la același nivel și, sub imperiul forțelor tangențiale, nici n'au acționat în mod egal.

Dacă ne mărginim numai la lanțul Carpaților Flișului, care nu-i decât o ramură orientală a Flișului Alpiilor, găsim că cele două zone de carapace solide, cari au strivit între ele depozitele



Fig. 164. — Schema formării cutelor carpatice, prin jocul vechilor carapace din fundamentul lor.

Flișului cretacic-paleogen, încrețindu-le, erau formate (Fig. 334): în interior (în spate), de Cristalinul ce suportă Platoul Transilvaniei și Câmpia Panonică, care formau în timpul sedimentării o regiune continentală numai în parte (soclul continental) acoperită de apele marine; iar în afară (în față), de Platforma Podolico-Rusă, de Horstul Dobrogean și de Platforma Prebalcanică, împreună cu o bună parte a Câmpiei Române, care formau uscaturile bordului extern al geosinclinalului.

Jocul acestor carapace continentale n'a fost nici egal nici la același nivel (Fig. 164).

Astfel pe când uscatul din interior, prin o mișcare pe verticală de mică amplitudine, a jucat un rol mai mult de pivot fix de rezistență; cel din afară, fracturat, s'a scufundat mai mult, subînpingându-se (MRAZEC) lateral în spre inima geosinclinalului, ale cărn depozite, din cauza acestei subînpingeri, au fost îngrămădite unilateral; iar cutele formate, au trebuit să se reverse în afară peste această margine scufundată și subînpinsă, sub forma a trei mari pânze-solzi, ondulate puțin în mod secundar și încâlcate unele peste altele de la interior către exterior.



Desigur că și disimetria Alpilor se datorește tot unei acțiuni asimetrice a vechilor carapace, ce mărgineau geosinclinalul alpin, și în special uscatul nordic — Vorlandul — s'a manifestat mult mai puternic ca cel sudic — Hinterlandul, — din care cauză cute mari anticlinale de zeci de kilometri amplitudine, se găsesse azi culcate și înpinse prin încălecarea unele peste altele spre Nord.

Dacă considerăm (KÖBER) însă întreaga zonă de cute alpine: **Pirineii-Alpii-Carpații-Baleanii-Caucazul**, etc., pe marginea ei nordică și cu revărsări spre Nord, și **Atlasul-Apeninul-Dinarizii-Taurizii-Himalaia**, etc., pe marginea ei meridională și cu revărsări spre Sud, atunci zonele de cutare apar simetrice și cu revărsări peste ambele compartimente (Vorlanduri) ce au strivit geosinclinalul.

Prin aceste încrețituri puternice ale zonelor de slabă rezistență, necesitățile tectonice de micșorare ale razei terestre fiind satisfăcute, tensiunile forțelor tangențiale de îngrămădire ajung să fie reduse aproape complet. Din cauza aceasta unele compartimente din scoarța și mai ales cele din imediata apropiere a acestor zone cutate, fie din spate, (Alpi), fie din față (Carpați), ne mai sprijinindu-se destul de bine unele pe altele, sufer mișcări de scufundare (Câmpia Padului și Mediterana occidentală, Câmpia Română și Câmpia Transilvană, etc.), scufundări cari în unele cazuri sunt atât de importante, încât dau naștere la noi regiuni de sedimentare prin îngrămădirea apelor în abisurile noi formate (Mediterana occidentală, Lacul mio-pliocenic al Transilvaniei, Marea mio-pliocenică a Subcarpaților și a Câmpiei Române, etc.).

În multe părți, aceste scufundături noi, atrag după sine și scufundarea unor porțiuni din zonele cutate, porțiunile nescufundate rămânând separate între ele prin bazine sedimentate ulterior formării acelor munți, cum este Basinelul miocen al Vienei care separă Alpii de Carpați. Sau aceste porțiuni rămân separate prin bazine ce se găsesse și azi în curs de sedimentare, cum sunt: Marea Neagră, Marea Archipelagului și Marea Mediterană, care separă cutele alpine din sudul Europei, de prelungirile lor din Asia Mică și Africa de Nord. Aceste fenomene de **atrageră** spre scufundare a porțiunilor limitrofe din zonele de cutare, sunt cu atât mai pronunțate, cu cât ne găsim în prezența catenelor mai vechi de munți. De aceea bunăoară din vechile catene varisce (permo-carbonifere), cari în regiunile carpatice actuale brăzdau uscatul dela NW—SE, n'au mai rămas decât catena scurtă a Sudeților cu munții Sandomirului și catena Munților Măcinului, ce brăzdează

Dobrogea de Nord, între Dunăre și Marea Neagră; toată porțiunea dintre aceste două crâmpene de munți fiind scufundată în timpul formării geosinclinalului Flișului carpatic. Din cauza aceasta, resturile varisce (Sudeții ca și Dobrogea nordică), se opresc brusc, scufundându-se în fața cutelor carpatice, formată mai în urmă prin încrețirea sedimentelor depuse peste prelungirea lor dispărută.

După formarea zonelor de cutare și după nașterea noilor depresiuni, jocul epirogenetic pe verticală al diferitelor compartimente reîncepe și cu el reîncepe a se manifesta din nou și tensiunea de îngrămădire prin nașterea de noi presiuni laterale; tensiuni cari rămân **potențiale** atâta vreme cât ele sunt prea slabe pentru a da naștere la noi cutări.

Și astfel cu reînceperea mișcărilor epirogenetice, unele părți din regiunile cutate sunt ridicate, împreună cu arile continentale vecine, între care sunt înleștate, la mari înălțimi, cum au fost Alpii și Carpații, care de și ridicați în timpul cutării cu 3—4000 m., s'au ridicat din nou cu aproape 1000 m. deasupra nivelului mării în timpurile ulterioare cutărilor lor, socotind numai înălțimea lor actuală, fără să ținem seamă de degradările avute prin eroziune. Iar porțiunile scufundate din ei, pot fi târâte la adâncimi de mii de metri, cum s'a întâmplat cutelor alpine din regiunea Mediteranei occidentale, care se găsesc azi cu 4000 m. sub nivelul actual al mării, și cu prelungirea sud-estică a Catenei Măcinului, scufundată sub nivelul Mării Negre cu peste 2000 m.

### Ciclurile evolutive ale scoarței solide.

Dacă considerăm o porțiune mărginită a scoarței, din studiul său geologic se poate constata că, sub influența agenților modificatori, ea a putut fi rând pe rând, fund de mare peste care s'au depus în mii de metri grosime sedimente noi, — **litogeneză** —; apoi, prin încrețire și ridicare, ea a putut da naștere la catene puternice de munți — **orogeneză** — și în fine, acești munți, fie prin acțiunea apelor de scurgere, fie prin o abraziune marină, au putut fi complet nivelați — **gliptogeneză** —; ca apoi, prin o mișcare de scufundare, din nou să devie fund de mare și să reînceapă astfel un nou **ciclu evolutiv** de sedimentare, de cutare cu exondare și de nivelare. Și nu numai odată, ci de mai multe ori în timpurile geologice, porțiuni mari din scoarța globului au trecut prin aceste faze evolutive. Iar studiul geologic al globului pă-



măntesc, nu-i altceva decât o înșirare succesivă a acestor cicluri evolutive, fiecare ciclu evolutiv corespunzând, mai mult sau mai puțin exact, unei mari diviziuni din geologia stratigrafică a scoartei, diviziuni numite **ere geologice**.

### Sistemele de cute ale Europei.

În Europa, dealungul timpurilor geologice, se pot distinge bine următoarele patru sisteme de cutare și anume: 1. **Un sistem de cute huroniene**, datând din era arhaică, urmele sale fiind conservate numai în n.-vestul Europei, în gneisurile din insulele Lofoten și Hebride. 2. **Un sistem de cute caledoniene**, formate la în-



Fig. 165. Sistemele de cute în Europa (I. huroniene, II. caledoniene, III. herciniene-varisce, IV. alpine).

ceputul erei primare (finele Silurianului); 3. **Un sistem de cute herciniene (varisce)** datând dela finele erei primare (în Carboniferul superior), și în fine; 4. **Un sistem de cute alpine** cari au început în Cretacicul mijlociu și reluate apoi și intensificate în Terțiarul mijlociu și superior (Miocen) — cute cărora aparțin Alpii, Carpații, Pireneii, Apeninii, etc., (Fig. 165).

**Sisteme de cute în regiunile carpatice românești.** În regiunile carpatice românești și vecine Carpaților, putem bine distinge următoarele 4 sisteme de cute: 1. **Cutările varisce** reprezentate prin Horstul Dobrogei de Nord (Catena Măcinului), cu direcția NW—SE. 2. **Cutările Cretacicului mediu**, reprezentate prin culele

șisturilor cristaline și Mezozoicului inferior din Carpații meridionali și Bănat; din Perșani; din Carpații orientali și cei de N. W., și de N., și din Munții Apuseni. 3. **Cutele miocenice** care încrețesc Flișul cretacic-paleogen, paralel cu marginea externă a Cristalinului Carpaților Meridionali și Orientali, și în fine; 4. **Cutele postpliocene** cari încrețesc și pe cele miocene, întretăindu-le în Subcarpații meridionali și cei dela curbura meridională; dar mai ales ele încrețesc stratele mio-pliocene ale Subcarpaților și ale Câmpiei transilvane (vezi Fig. 334).



## IV. GEOLOGIA STRATIGRAFICĂ SAU ISTORICĂ.

### 1. DETERMINAREA VÂRSTEI STRATELOR.

Geologia stratigrafică se ocupă cu studiul succesiunii în timp a diferitelor strate, ce constituie scoarța globului.

Din studiul geologiei generale am văzut, că această scoarță este constituită din roce de diferite feluri și origini și în special de roce eruptive, de șisturi cristaline și de diferite feluri de roce sedimentare.

Am mai văzut deasemenea că, în regiunile scoarței ce constituie uscatul continental și insular, rar dacă iau naștere roce noi, fie eruptive (prin vulcani), fie sedimentare (în lacuri, în râuri, nisipurile de pustiuri și praful de stepe); aceste regiuni fiind în general sediul principal al agenților distrugători, cari nivelându-le fără crutare relieful, tind a le transforma în peneplene.

Numai în scobiturile mari ale scoarței acoperite de apa mărilor și oceanelor se depun neconținut și pe mari întinderi și grosimi strate noi, care îngroașe mereu scoarța solidă.

Și de sigur lucrurile s'au petrecut la fel și în timpurile geologice, uscatul fiind în general sediul fenomenelor de degradare și de distrugere a scoarței, pe când apele marine au fost leagănul formării sedimentelor noi.

Din această cauză și geologia stratigrafică se ocupă în special cu studiul succesiunii sedimentelor marine, singurele cari ne pot da măsura evoluției în timp a scoarței globului, străduindu-se ca în raport cu acestea să paralelizeze și depozitele continentale, cari întâmplător ni s'au păstrat până azi.

Cea mai simplă metodă pentru determinarea vârstei geologice a unor strate, este observarea raporturilor lor de suprapunere și în cazul acesta este evident, că stratele de deasupra sunt în totdeauna cele mai noi, cu condiția ca ordinea lor normală de sedimentare să nu fi fost răsturnată prin vre-un fenomen tectonic de supracutare, de încălecare, sau de imbricare.

Cum însă în general regiunile accesibile studiului geologic, sunt tocmai acele regiuni din scoarță, cari au suferit dislocări mai mult sau mai puțin puternice, grație cărora numai, au și fost scoase la iveală multe din stratele ei cele mai vechi; pentru a evita greșelile ce pot cauza dislocările, succesiunea în timp a diferitelor strate ce o alcătuiesc se determină cu mai multă siguranță, făcând apel la datele paleontologice.

În adevăr, observate cu atenție, mai toate sedimentele marine conțin resturi de ale vieții, cari au populat apele în cari ele s'au depus, resturi cari poartă numele de fosile.

Și dacă unele dintre aceste fosile caracterizează numai un anumit facies petrografic — fosile de facies, — altele, cu o putere de răspândire și de adaptare foarte mare, se găsesc reprezentate în mai toate faciesurile heteropice, constituind fosilele caracteristice, după care nu numai că determinăm vârsta, dar putem paraleliza pe distanțe mari și diferitele faciesuri lithologice sincronice, pe cari nu le putem urmări direct în trecerea lor unele spre altele.

În categoria aceasta sunt în general resturile ființelor vii pelagice, cu o putere mare de răspândire, cum sunt unele Foraminifere, unele Hidrozoare, Pteropodele, etc.; sau ale căror resturi (cochili) au putut fi împrăștiate de valuri și de curenți pe distanțe mari, cum sunt cochiliile de Amoniți, găsindu-se astfel mai în toate faciesurile sincronice.

Numai când sedimentele sunt complet lipsite de resturi organice, sau când acelea pe cari le conțin nu sunt fosile caracteristice, numai atunci recurgem la metode indirecte pentru determinarea vârstei lor.

Astfel de exemplu Flișul Carpaților este în general așa de sărac în resturi fosile, în cât suntem nevoiți a face recurs la caracterele petrografice ale diferitelor sale strate, natural, determinând mai întâi bine ordinea vechimii lor, în stecele de strate cari și-au păstrat succesiunea normală.

Alte ori, cum sunt stratele de marne cu gips și cu tuf dacitic din Miocenul Subcarpaților și din Basinel Transilvaniei, care nu conțin decât resturi neînsemnate de Foraminifere și de Plante; în determinarea vârstei lor (Helvetian), ne bazăm pe faptul că ele sunt cuprinse între două serii de strate, a căror vârstă este mai mult sau mai puțin bine determinată pe cale paleontologică și anume, ele au deasupra lor Tortonianul, iar dedesupt Burdigalianul și Oligocenul.



În general sedimentele bathiale sunt acelea cari au cea mai mare răspândire, păstrând aceleași caractere lithologice, de multe ori și paleontologice, pe distanțe mari; așa că de obicei de ele ne servim pentru paralelizarea celorlalte faciesuri sincronice.

Sedimentele bathiale prezintă în același timp și cea mai mare uniformitate pe verticală, astfel că grație studiului amănunțit al acestora s'a putut stabili nu numai paralelismul faciesurilor heteropice, dar și variațiunile ce formele de viață au prezentat la un moment dat, prin adaptări la medii biologice diferite; ca și schimbările sau mutațiunile ce ele au suferit în timp, trecând în seria stratelor prin forme succesive dela o specie mai veche la alta mai nouă.

Numai depozitele de lacuri se mai pot compara cu cele bathiale, în uniformitatea sedimentelor și în posibilitatea de a urmări evoluția vieții în timp și în spațiu, cum este în cazul Pliocenului din România.

De multe ori la anumite epoce se întâmplă să apară forme noi de viață, cari să nu aibă ascendenți în depozitele locale anterioare; după cum de altfel se întâmplă să observăm că unele forme, după o viață evolutivă mai scurtă sau mai lungă, să dispară pentru totdeauna fără a mai lăsa vreo urmă în sedimentele se s'au depus ulterior. Aparițiunile de forme noi — **criptogene** —, ca și disparițiunile brusce ale altora, stau în general în legătură cu variațiunile mari ale limitelor între uscat și ape, și în special cu transgresiunile și regresiunile.

Și este natural că, în momentul când, între două bazine de sedimentare, separate printr-o cauză oarecare, se stabilesc legături largi, o parte din formele proprii unuia, să treacă dela acea dată și în apele celuilalt; cum se întâmplă în timpurile actuale schimbul de faună între Marea Mediterană și Marea Roșie, prin deschiderea canalului de Suez.

De asemenea se înțelege ușor că, în timpul unei transgresiuni marine, vor pieri toate formele de animale și de plante terestre, lacustre și de lagune indulcite, astfel că în regiunea invadată de mare, acestor forme continentale, le va urma fără tranziție, o faună și o floră pur marină.

Tot astfel se poate pricepe ușor cum, prin regresiuni, ariile continentale mărindu-se, formele de animale și de vegetale terestre și de ape dulci existente, vor popula treptat și noile suprafețe exondate, înlocuind viața marină, întreruptă prin retragerea apelor oceanice.

Astfel dar, epocile maximumului de întindere a transgresiunilor, prin comunicațiile largi ce mijlocesc între diferitele bazine de sedimentare, până aci izolate, cauzează, pe lângă **disparițiuni** de forme vechi și **amestecurile de faune marine** cele mai pronunțate, cu **aparțiuni** de forme noi **criptogene**; pe când regresiunile la rândul lor, sunt epocile cele mai prielnice pentru **migrațiunile și amestecurile formelor de uscat**.

**Diviziunile mari stratigrafice** ale scoarței, în timp și în spațiu, sunt bazate tocmai pe aceste variațiuni în extinderea apelor marine, cu disparțiuni de unele forme și aparițiuni de altele noi; diviziuni cari în ordine descrescândă, pentru **timp**; s'au denumit: **eră, perioadă și epocă** și corespunzător pentru spațiu: **grupă, sistem și serie**.

În regiunea geosinclinalelor mari, unde sedimentarea s'a continuat, de multe ori fără întreruperi, epoce și chiar perioade întregi; grație studiului minuțios al formelor de animale cu putere mare evolutivă, cum sunt de ex. **Amoniții** s'au putut face diviziuni stratigrafice din ce în ce mai mici în seria sedimentelor, divizând seriile în **zone și nivele** (Vezi tabloul aci alăturat).

În general însă, din studiul formelor de animale și de plante din diferitele grupe, sisteme și serii de strâte, reiese că viața a evoluat încet, începând cu forme simple și cu o organizare inferioară; ajungând cu timpul prin adaptări și perfecționări succesive, la forme din ce în ce mai superioare și cu o organizație mai complicată.

Se mai constată de asemenea, că unele forme au o așa mare putere de evoluție, încât prezintă o mare exuberanță ca număr și ca mutațiuni în durate de timp foarte scurte, cum sunt **Amoniții, Ceriții**, etc.; pe când altele, nu prea numeroase ca **Nautilul** își păstrează din cele mai vechi timpuri până azi, fără vreo modificare importantă, aceleași caractere. Și poate că marei intensități cu care își trăiește viața, i-se datorește și constatarea că, firul vieții speciilor celor dintâi este cu mult mai scurt decât al celorlalte.

Formele odată complet dispărute nu mai revin în vreuna din perioadele următoare, astfel că și pentru diferitele forme de evoluție ale vieții, se poate stabili ca și pentru evoluția organelor dispărute, că **evoluția este ireversibilă**.

Timpul geologie nu se poate măsura în felul cum se măsoară timpul vremilor actuale și el este tot așa de puțin tangibil pentru mintea omenească ca și spațiul astronomic.



Spre a ne putea face o idee de imensitatea timpului geologic, să luăm un exemplu din multele ce ni le procură studiul stratigrafic al scoarței.

De când se cunosc date istorice și legende vechi omenești, nu se amintește în ele de nici un fenomen geologic mai important, ca formări ori disparițiuni de munți, sau variațiuni mai importante de țărm. Doar amintirea dispariției sub apele marine a câtorva orașe așezate foarte aproape de litoralul mării; legenda vagă a scufundării „Atlantidei” dincolo de „Coloanele lui Hercule” (Gibraltar); ori scufundarea Sodomei și Gomorei în Asia Mică, și aceasta într-o scurgere de timp ce nu trece de 30.000 de ani.

Pe când, geologiceste vorbind în scurta perioadă de timp, ce separă Carboniferul inferior (Culm) de cel superior (productiv), se constată că, în special în Europa mijlocie și cea meridională, au putut să se săvârșească fenomene geologice de întinderea unui întreg ciclu evolutiv. Astfel, în acest scurt interval de timp geologic, au găsit loc să se formeze munți înalți de felul Alpilor și Carpaților, din care azi nu ni s’au mai păstrat decât câteva frânturi reprezentate prin Plat. Central Francez, prin Sudeți, Vosgi, Dobrogea de Nord, etc.; apoi tot în acest interval, în marea lor majoritate, acești munți au avut timp să fie complect nivelati; cu toate că atât ridicarea acestor munți, cât și nivelarea lor de către agenții modificatori, trebuie să se fi îndeplinit pas cu pas, aproape insensibil și deci într-o perioadă enormă de timp, a cărei lungime nu ne-o putem azi închipui.

### 3. Resturile fosile și importanța lor.

În general orice resturi organice, precum părți scheletice mineralizate, urmele de pași, tiparurile de animale și de plante, etc. ce ni s’au păstrat în stratele scoarței globului, se numesc fosile. Cu studiul și clasificarea lor se ocupă în special Paleontologia. Aceste resturi au, în Geologie, aceeași importanță, pe care o au monumentele în restabilirea trecutului istoric al omenirii; căci fosilele sunt pentru stratele scoarței, aceea ce inscripțiile de pe monumente sunt pentru înfriparea istoriei vechi. Ele ne ajută să descifrăm și să studiem, în ordinea lor cronologică, succesiunea stratelor, modul și locul lor de formare; iar din acest studiu se pot apoi stabili fazele evolutive ale globului pământesc în timpurile geologice. Afară de aceasta, studiul fosilelor ne pune în măsură a

reconstitui și lanțul vieții animale și vegetale pe pământ, dela primele sale începuturi, pierdute aproape complect în negura celor mai vechi timpuri geologice și până la formele ce împodobesc scoarța globului în timpurile actuale.

Din nenorocire însă sunt foarte rari cazurile când găsim păstrate corpuri întregi de ființe vii, animale ori plante, cum a fost, de exemplu, *Mamutul*, cuaternar, conservat complect, prin înghețare, în ghieturile Siberiei. În general nu ni s’au păstrat decât părțile tari, scheletice ale ființelor vii, sau tiparurile lor interne și externe, în general mineralizate, pietrificate, deci fosilizate, prin calcar, prin silice și uneori prin pirită; ori carbonificate, cum sunt marea majoritate a resturilor de plante.

Și nici dintre părțile scheletice nu ni s’au păstrat decât acele, cari au avut norocul să fie acoperite de mărul fundului apelor, la adăpost de aerul atmosferic, care le-ar fi descompus și distrus, cum se întâmplă cu resturile cadavrelor de animale și de plante cari cad pe uscat.

Faptului acestuia i-se datorește așa dar sărăcia paleontologică a resturilor vieții de uscat, dintre acestea păstrându-ni-se numai acele resturi, ce întâmplător au căzut sau au fost transportate de apele curgătoare în lacuri și mări, și cari prin sedimentare au fost sustrate influenței distrugătoare a aerului.

Și sărăcia aceasta se resimte mai ales în ceea ce privește resturile omenești, căci omul începând de timpuriu a-și îngropă morții, a făcut astfel imposibilă conservarea resturilor sale scheletice, căci îngroparea lor, la o mică adâncime, nu le scutește de distrugere prin putrezire.

Nici resturile ființelor de apă nu s’au putut conserva toate, multe dintre ele fiind distruse încă dela început, de unele dintre animale cari le-au întrebuințat ca hrană; pe când altele au fost distruse după ce s’au fosilizat, prin acțiunea disolvantă a apelor de infiltrație, lăsând în roce numai golurile tiparului lor.

Din cauza aceasta, lanțul evolutiv al vieții animale și vegetale prezintă numeroase lacune pentru timpurile geologice; iar faptul că nu s’a păstrat nimic din organizația internă a corpului lor, îngreunează mult și găsirea raporturilor dintre formele fosile și cele actuale, Zoologia și Botanica bazându-și sistematizarea în general tocmai pe caracterele anatomice și morfologice, cari la formele fosile nu s’au conservat.

Și dacă CUVIER n’ar fi stabilit legea corelațiunilor organice,



după care la orice formă de viață animală și în raport cu felul său de trai, dezvoltarea tuturor organelor se face într-o strânsă și armonică corelație; pentru multe forme fosile ar fi fost imposibil de găsit legăturile cu formele actuale.

Grație acestei descoperiri, un singur dinte de Mamifer fosil găsit, forma acestuia ne poate permite clasificarea zoologică sigură a animalului care l-a purtat.

#### 4. Noțiuni de paleontologie.<sup>1</sup>

Înainte de a începe studiul stratigrafic al scoarței globului, este necesar a cunoaște, cel puțin sumar, unele din caracterele esențiale ale animalelor și plantelor fosile, de care Geologia face uz în caracterizarea diferitelor subdiviziuni stratigrafice.

### NEVERTEBRATE<sup>2</sup>.

#### Protozoarele.

Dintre aceste forme inferioare de animale, din cauză că marea lor majoritate au corpul lipsit de părți scheletice tari, nu găsim reprezentate ca fosile decât două ordine de **Rizopode** și anume; **Foraminiferele** cu un înveliș scheletic calcaros și **Radiolariii** cu o rețea scheletică silicioasă.

**Foraminiferele** au corpul *unicelular*, cuprins într-un *înveliș calcaros, căsuța*, formată din una sau mai multe camere, dispuse liniar, curbat sau spiralat (îmbucându-se sau nu); unele căsuțe fiind ciuruite de pori fini, prin care protoplasma celulei trimite în afară prelungiri pseudopodice ramificate, numite *perforate*; pe când altele sunt *neperforate*, pseudopodele în cazul acesta ieșind printr-un orificiu unic, așezat la extremitatea ultimei camere. Cu excepția unora, puține, de apă dulce (calcaroase), toate Foraminiferele sunt marine și multe dintre ele au trăit la suprafață, în plancton, având o căsuță subțire, cum sunt<sup>3</sup>.

**Globigerinele**, cu căsuța formată din camere sferice, perforate, din ce în ce mai mari și dispuse mai mult sau mai puțin spiral (Fig. 166).

**Textulariile**, cu căsuța de formă conică, cu camerele (perforate) așezate pe două rânduri, comunicând între ele câte două două (Fig. 167).

Altele, au trăit pe fundul regiunilor neritice, în benton din care cauză scheletul lor este mai gros și mai dezvoltat. Între cele mai însemnate găsim ca fosile:

<sup>1</sup> Descrierea vechilor viețuitoare.

<sup>2</sup> Majoritatea figurilor sunt redeseinate după Zittel și ceilalți autori clasici citați la început.

**Numuliții**, în Tertiul vechi, cu prima cameră a căsuței microsferică sau macrosferică (vizibil cu ochiul); iar celelalte camere,

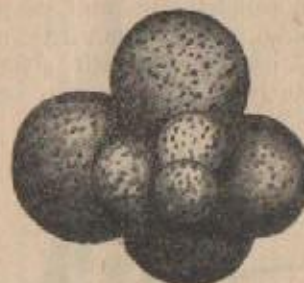


Fig. 166. — *Globigerina buloides*. Tertiul.



Fig. 167. — *Textularia globifera*. — Cretacicul superior.



Fig. 168. — *Nummulites distans* (a, b și c), mare, turtit și microsferic, alături de forma sa mică și macrosferică *Num. Tschudtscheffi* (d), din calcarul numulitic dela Albești, Mușcel.

curbate în formă de V, se răsucesc în spirală într-un singur plan în jurul unui ax foarte scurt, acoperindu-se în același timp complet unele pe altele (Fig. 168).



Fig. 169. — *Fusulina cylindrica*. Carbonifer.

**Fuzulinele** (Carbonifer), au camerele căsuței dispuse tot ca la Numuliți, doar că spirala lor în loc să fie turtită este foarte alungită în sensul axei, dând animalului o formă fuziformă (Fig. 169).



**Radiolarii** sunt ființe unicelulare microscopice, cari au la exterior un slab înveliș silicios care nu ni s'a păstrat; pe când în stratele geologice s'a păstrat mai ales scheletul secretat de protoplasmă, în interiorul ei, alcătuit din ace de silice înbinate astfel, după forme geometrice admirabile, că mărginesc spații alveolare, încât scheletul are aspectul unei rețele (Fig. 170).

Protozoarele încep în Primar, din Silurian, având o dezvoltare destul de mare în Carbonifer (calcare cu Fusuline). În Secundar ele iau o dezvoltare mare mai ales în Cretacicul superior (creta); însă cea mai mare dezvoltare a lor o au în Terțiar și în special dintre acestea mai ales Numuliții. Din Terțiarul superior ele se aproprie însă tot mai mult de formele actuale.

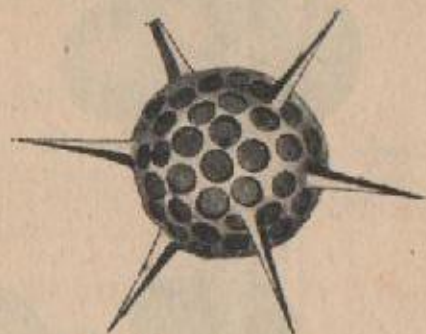


Fig. 170. — Un radiolar.

### Celenteratele.

Pe când Spongierii nu sunt reprezentați decât prin *spiculele calcaroase* sau *silicioase*, de diferite forme, ce constituiesc rudimentul lor de schelet; **Celenteratele** (Coralierii și Hidrozoarele) joacă un mare rol în geologie.



Fig. 171. — Secțiunea longitudinală a unui Coralier calcaros. Pb=placa bazală, Z=zidul, E=epiteaca, Sc=septă calcaroasă, cl=columnela; Br=bract; Sm=septă membranoasă, c=cameră.

**Coralierii**, acești polipi marini în formă de sac (Fig. 171), purtând pe pereții interiori septe membranoase (Sm) și în dreptul deschiderii bucale, resfrântă înlăuntru, brațe (Br) dispuse în cicluri corespunzătoare numărului camerelor (c) dintre septe; au mulți dintre ei un schelet calcaros, singurul care ni s'a păstrat, format din o *placă bazală* (pb), dela care se ridică pereții în formă de zid (z), ce formează polipului un fel de *teacă*, dublată de multe ori în afară de o *epiteacă* (e) mai puțin dezvoltată.

Dela zidul tecii pornesc *septele calcaroase* (sc.) în cicluri, dispuse radiar, care dezvoltându-se din afară înlăuntru, îndoieste spre interior peretele membranos al polipului în dreptul camerelor. De pe placa bazală se ridică uneori un stâlp — *columnela* — care resfrânge în sus fundul polipului (cl), însoțit deseori, pe laturi, de ridicături mai mici aciculare.

Constituția scheletului polipierului se complică de multe ori prin *trame* și *traverse calcaroase*, cari leagă între ele septele calcaroase.

## 192 TABLOUL SINOPTIC AL FORMAȚIUNILOR GEOLOGICE.

FAZE ASTRONOMICE	ERĂ SAU GRUPĂ	PERIOADĂ SAU SISTEM	EPOCĂ SAU SERIE	C A R A C T E R I Z Ă R I	
				PETROGRAFICE	PALEONTOLOGICE
Cretacicul superior	Neozoică sau Cainozoică	Cuaternar sau Pleistocen	Aluviu	Prundișurile de terase, nisipurile de plaje și dunile; aluviunile, morenele și turbările actuale. Vulcanii actuali.	Omul istoric; fauna și flora actuală.
			Diluviu	Terasa superioară, morenele vechi; Pietrișuri, nisipuri și luturi-L.s.	Marea dezvoltare a Mamutului ( <i>Eleph. primigenius</i> ). Omul preistoric și apariția lui în Europa.
		Neogen	Pliocen	Terasa veche, pietrișuri, nisipuri (gresii) și argile cu cărbuni, de lacuri și de mări interne.	Maximul de dezvoltare al Mamutului. Apare Calul, Elefantul, Mamutul, Mastodontul și Rinocerul. În Paleogen aparține marea dezvoltare și dispariția Numuliților.
			Miocen	Calcare, gresii, marne cu gips, tufuri vulcanice și conglomerate.	
		Numulițic	Oligocen	Gresii, argile, marne, silixuri.	Ultimii Anomiși și Balanoniși, Foraminifere numeroase.
			Eocen	Gresii, marne și argile, calcare numulițice.	
		Cretacic	Cretacic superior	Conglomerate, gresii, calcare și marne. Creta.	Maximul de dezvoltare al Reptilelor de uscat. Păsări cu dinți. Plante arborescente cu frunze (Angiosperme).
			Cretacic inferior	Calcare, gresii, sistuni calcaroase.	
		Jurasic	Malm	Calcare coraliene compacte.	Maximul de dezvoltare al Anomișilor și Balanonișilor; al Reptilelor, avienelor și de apl. Apariția Păsărilor și a Peștilor osoși.
			Dogger	Calcare, gresii calcaroase și marne.	
Triasic		Mesozoică	Liasic	Calcare, gresii cu cărbuni și conglomerate.	
			Triasic superior	Calcare, gresii, sistuni calcaroase.	



[illegible]



Mare majoritate a Coraliilor trăiesc în colonii și aceasta se observă în special la cei cari populează zonele puțin adânci ale mărilor tropicale (Fig. 172); cei cari trăiesc însă la adâncimi mari, trăiesc izolați și scheletul lor prezintă în general forma unei glugi, sau se lătesc în formă de lamă sau de pălărie de ciupercă, ca să nu se afunde în mărul fundului.



Fig. 172. — O colonie de polipi actuali.

**Coraliarii tabulați.** Cele mai vechi forme de coraliari au căsuțele tubulare ori alungite, așezate paralel și fără septele radiare interne bine pronunțate (de obicei numai niște mici spicule); căsuțele fiind întretăiate transversal de pereți *tabulari*, așezați la același nivel la toate căsuțele coloniei. Între acestea găsim în special în Primar (Silurian) genurile:

**Halysites**, cu căsuțele ovale și unite, formând lame ce se înbină lăsând între ele ochiuri largi, astfel încât în secțiune transversală, prezintă aspectul unui lanț dispus în formă de ochiuri (Fig. 173).



Fig. 174. — *Favosites gatlundica*, — Silurian.



Fig. 173. — *Halysites catenularia*, — Silurian.

**Favosites**, cu căsuțele prismatice, însă strâns și massiv lipite unele de altele (Fig. 174), și



**Pleurodictium**, cu căsuțe rombice, scurte, unite prin părțile lor și fixate pe o căsuță vermiciformă (vezi Fig. 237).

**Madreporizii**, sunt reprezentați prin două feluri de forme: unele, cele mai vechi, paleozoice, având septele dispuse simetric și formate din cicluri, cicluri de câte patru — **Tetracoralieri** —, și altele mai noi, mezozoice și actuale — **Hexacoralieri** —, la cari septele nase în cicluri de câte șase, așezate radiar și simetric.



Fig. 175. — *Zaphrentis cornuopiac*. Carbonifer.

**Tetracoralieri** sunt forme paleozoice cari au în căsuța lor un sept principal mare, cu un contra-sept opus, așezate ambele în axul său de simetrie, bilaterală, câmpurile laterale fiind și ele separate în două prin 2 septe laterale, între cari apar succesiv septele secundare în cicluri de câte patru, cum sunt genurile: *Zaphrentis* (în Carbon, Fig. 175), *Calceola* (în Devon, v. Fig. 238), cari trăiesc izolați, și genul *Cyathophyllum*, cu căsuțe coloniale cilindrice (în Devon).

**Hexacoralieri**, au septele dispuse simetric în cicluri radiare:

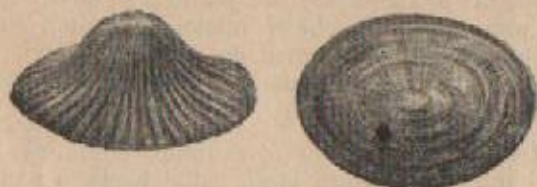


Fig. 176. *Cyclolites* (polipier cretacic).

de câte șase, sau un multiplu al lui șase și trăiesc din Mezozoic până azi, fiind reprezentați mai rar prin forme izolate, cum sunt;

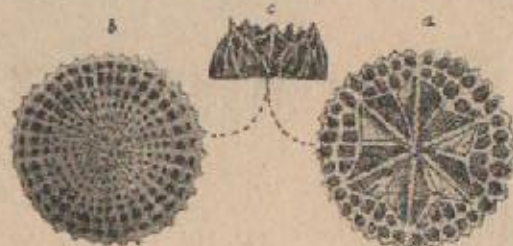


Fig. 177. — *Stephanophyllia* (polipier miocen).

*Cyclolites* (Fig. 176) în cretacicul superior, *Stephanophyllia* (Fig. 177) în Cretacic — Tertiär, și *Fungia* subfossil și actual și care:

seamă cu *Cyclolites*. De obicei ei se găsesc însă în colonii puternic ramificate, constituind calcare coraligene puternic dezvoltate,

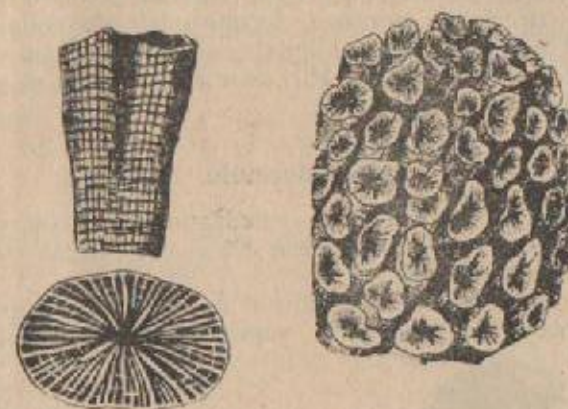


Fig. 178. — *Calamophyllia* (*Lithodendron*). — Triasic.



Fig. 179. — *Heliastrea* — Miocen.

ca: *Calamophyllia* (*Lithodendron*) în colonii de indivizi cilindrici, lungi, bine reprezentat mai ales în Triasic (Fig. 178); *Heliastrea* (Fig. 179), prezentându-se în colonii de indivizi cilindrici, de forme puțin înalte cu septele principale ale unuia din indivizi, legându-se radiar cu acelea ale indivizilor vecini, și cari trăiesc din Jurasic până azi.

**Hidrozoarele**, al căror polip n'are septe interne și nici orificiul bucal răsfrânt înăuntru trăiesc în general în colonii de indivizi diferențiați morfologic, în raport cu

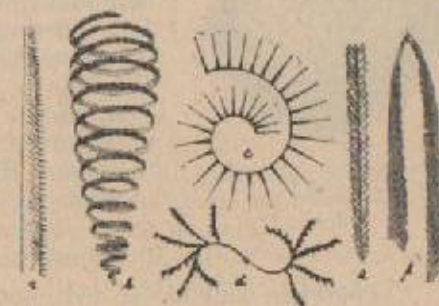


Fig. 180. — *Graptoliti*:  
a = *Monograptus colonus*; b = *Monograptus turriculatus*; c = *Rastrites Linnei*; d = *Coenograptus gracilis*; e = *Diplograptus palmatus*; f = *Didymograptus Murchisoni*.



funcția ce îndeplinesc. Multe dintre ele au la exterior un înveliș subțire calcaros sau cornoasă, care s'a putut conserva. Între Hidrozoare găsim *Graptolites* (Fig. 180), cari au o mare răspândire în Silurian, cu celulele cornoase, locuite odată de polipi, dispuse liniar, curbat în spirală, ori în foi dințate, și cari în timpul vieții erau unite în jurul unui plutitor (Fig. 181), care ajută colonia să plutească, în felul Siphonohorelor actuale.

### Echinodermele.

Sunt forme de animale cu o organizație particulară, corpul lor posedând atât în organizația internă cât și cea externă o *dispoziție pentaradiară* caracteristică.

În general corpul lor este învelit cu plăci calcare poligonale, îmbinate penta-radiar, formate și cuprinse în mezoderm, imediat



Fig. 181. — *Diplograptus*, reconstituit.

sub tegument; plăci cari la rândul lor poartă spini calcaroși mobili, de diferite forme și mărimi.



Fig. 183. — *Echinospaerites aurantium*. — Silurian.

Acste părți calcaroase, mineralizate prin calcită, sunt singurele care s'au păstrat și nu dela toate 5 clasele de Echinoderme, cîmaialele dela două din ele, dela Crinoide și Echinide, mai rar de Asteride și Ofiuride; pe când resturile de Holoturide, al căror corp este lipsit de plăci, nu s'au putut conserva.

Crinoidele sunt forme de Echinoderme cu un corp (coroana) conic cu vârful în jos și protejat de plăci poligonale. La bază, de cele mai multe ori, animalul este suportat pe un picior lung, format din plăci cu contur circular, oval, pentagonal sau circular; iar în



Fig. 182. — *Pentaerinus* actual.

partea superioară corpul animalului se termină prin brațe simple sau ramificate, care închid ca într'un calicel față ventrală a animalului, pe care se găsește situat orificiul bucal și cel anal (Fig. 182).

La multe forme de Crinoizi plăcile calcaroase din brațe și din picior sunt astfel unite, încât organele acestea sunt foarte mobile; la altele însă nu.

Formele recente de Crinoide sunt în general forme ce trăiesc la adâncimi mari; cele fosile se găsesc de multe ori însă amestecate cu recifi coralieri, ceea ce arată că ele trăiau și la adâncimi mai mici.

Ca fosile, apar în mare cantitate resturi de ale piciorului, care formează uneori mase calcare întregi (Jurasic), ceva mai rar se găsește însă păstrat și corpul cu brațele.

Crinoizii apar din Cambrian. În Paleozoic alături de ele se găsesc forme strămoșesti de Cystidee, cu totul inferioare ca organizare, ca; *Echinospaerites* (Fig. 183), cu un corp aproape sferic, cu numeroase plăci găurite, fără contur definit; fără picior, sau cu el foarte scurt, cu brațe slab sau deloc dezvoltate, și de Blastoidee, cu un corp oval, piriform, sau în 5 muchii, la care se vede bine pronunțată, dispoziția pentaradiară a plăcilor, cu sau fără picior, purtând însă brațe cu zone ambulacrale și cu pinule, ca *Pentremites* (Fig. 184). Ambele aceste forme sunt exclusiv paleozoice și dispar din Carbon. În general vorbind marea dezvoltare a Crinoizilor se găsește în



Fig. 185. — *Batoerinus pyriformis*. Carbonifer (Zittel).

primar, și ele au brațele nemiabile, ca: *Cyathocrinus*; *Batoerinus* (Fig. 185) *Platycrinus*, etc. Și în Mezozoic Crinoizii sunt destul de bine reprezentați prin forme de *Encrinurus*, (v. Fig. 261), *Apocrinus*, etc. cu brațele în general mobile. Tot aici încep a se dezvoltă din nou și formele fără picior, amintind pe cele paleozoice vechi.

Echinidele sunt formele cele mai superioare, libere și fără brațe, de Echinoderme. Corpul lor este susținut de plăci calcare poligonale, care, dacă la formele paleozoice sunt așezate în numeroase șiruri meridiene, ca la *Palaeocrinus* (Fig. 186), la cele mai noi găsim plăcile așezate în 10 șiruri duble (5 radiare și 5 interradiare), ca la *Cidaridae* (vezi Fig. 187).

Până la mijlocul Jurasicului trăiau numai forme de Echinide regulate, cu corpul aproape sferic, turtit puțin la cei doi poli



Fig. 184. — *Pentremites sulcatus*. Carbonifer (după Zittel).





Fig. 186. — *Palaechinus elegans*  
Carbonifer (după Zittel).

ocupati, cel inferior de orificiul bucal și cel superior de cel anal (Fig. 187). De la gură și în zona celor 5 serii de plăci duble radiare, se observă porii prin cari au ieșit ambulacrele înșirați în serii duble până în regiunea anală; pe când în regiunea polului anal se găsește plăcile ce poartă orificiile glandelor genitale și placa madreporică. Pe niște ridicături ale plăcilor, se articulează țepi mobili unii măciucați alții nu; iar printre ei se găseau pedicelarii, un fel de clește carnoase, cu care animalul se agăța sau își apucă hrana.

După mijlocul Jurassicului Echinizii devin neregulați. Fața ventrală, pe care animalul se țără, se turtește, ambulacrele din

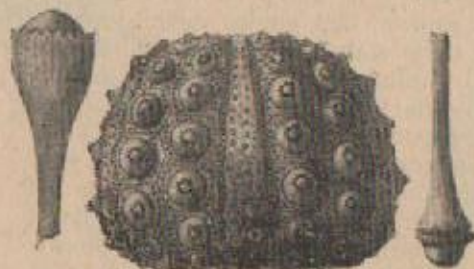


Fig. 187. *Hemiscidar crumularis*. — Jurassic  
super. (după Zittel).

regiunea aceasta dispar, rămânând reprezentate numai în jurul polului anal unde formează o rozetă cu 5 serii duble de porii; în timpul acesta orificiul anal emigrează și el dealungul zonei

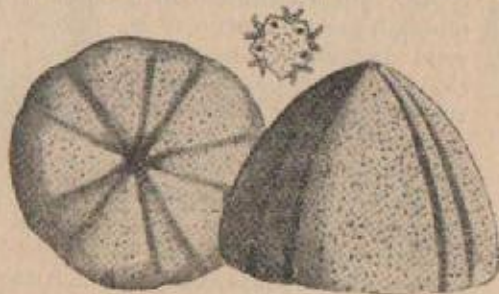


Fig. 188. *Conoclypeus conoides* (Calc.  
numulitic, Albești, Mușcel).

interradiare posterioare, așezându-se în margine sau chiar pe fața ventrală, dând astfel formei echinide o simetrie bilaterală. Echinizii neregulați au la început în Secundar și în Terțiarul vechi, o formă

conică, ca la *Echinoconus* (Cretacic) și *Conoclypeus* (Eocen) (Fig. 188), formă care din Terțiar se turtește lărgindu-se, cum se observă la *Clypeaster* și la *Scutella* (Fig. 189).

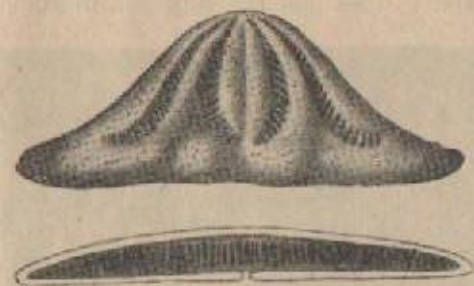


Fig. 189. — Sus: *Clypeaster aegygiacus*  
(Pliocen). Jos: *Scutella subrotundata*  
(în secțiune). — Miocen.

## Viermii.

Resturi de viermi apar chiar din Silurian și sunt reprezentate numai prin câți-va dinți chitinoși, dar mai ales prin căsuțe calcaroase, izolate sau asociate în colonii mari, drepte, curbe sau răsucite; în care animalul își adăpostește corpul (Fig. 190). Tot viermilor se atribuiesc și unele tiparuri de găuri făcute în mărul fundului apelor, ca și urmele mersului lor peste acest măr, numite în general *hieroglafe* și păstrate în general pe suprafața gresurilor măloase.

## Briozoarele.

Sunt animale mici în formă de sac, cu o coroană de tentacule pe fața orală, care trăiesc în colonii numeroase, ramificându-se în recifi arborescenți, pe pietrele și pe resturile animale solide ale fundului apelor nu prea adânci.

Indivizii coloniilor au câte un înveliș scheletic, de multe ori calcaros, care s'a păstrat ca fosil (din Silurianul inferior până azi), ca: *Fenestella* (Perm); *Eschara* (Terțiar-actual), *Cellepora*, etc. (Fig. 191).

## Brachiopodele.

Sunt animale cu corpul cu simetrie bilaterală (Fig. 192), înveliș în două rășfrângeri membranoase, mantaua (m), care secretă două valve neegale, una mai mare ventrală (vv) și una mai mică dorsală (vd) al căror



Fig. 190. — *Serpula gordialis* (sus stânga) — Cretacic.  
*Serpula socialis* (sus dreapta). — Jurassic.  
*Serpula omphalodes* (jos) (după Zittel) Devonian.



plan de deschidere este perpendicular pe planul de simetrie al corpului, dispoziție ce le deosebește de Lamelibranchiate. La formele primitive, ca — *Lingula* — etc., valvele sunt *cornuase-calcaroase* și subțiri, pe când la cele mai noi sunt calcaroase și groase.



Fig. 191. — *Eschara* (*Microporella*) *radis* (dreapta) și *Cellepora conglomerata* (stânga) Oligocen (după Zittel).

În partea anterioară spre marginea liberă a valvelor, corpul prezintă două brațe tubulare (br), simetrice și răsucite în spirală, care servesc animalului la prinderea hranei și la respirație; iar în partea posterioară, unde cele două valve se înbină, corpul trimite o prelungire cilindrică și musculoasă, pedunculul (p), cu care animalul după voință se poate fixa.

Valva ventrală se termină în partea posterioară printr'un vârf încovoiat pe deasupra tățanei valvei dorsale, iar în vârf se găsește orificiul de ieșire al pedunculului.

La cele mai vechi Brachiopode, cum este *Lingula*, care se păstrează din Cambrian până azi aproape fără vre-o modificare,



Fig. 192. — *Waldheimia flavescens* (Brachiopod actual văzut în secțiune: (vv = valva ventrală; vd = valva dorsală; m = mantaua; br = brațele; l = susținătorul brațelor; md = mușchii deschizători; mi = mușchii închizători; p = pedunculul).

pedunculul n'are un orificiu special, ci ese direct prin spațiul liber dintre cele două valve. La altele orificiul la început triunghiular, este mărginit de două câmpuri late, în plăci triunghiulare, care-l îngustează, numit *deltidium*, cum găsim la genurile *Spirifer*, *Stringocephalus* (vezi Fig. 139—141). Valvele sunt mișcate de mușchi puternici cari închid (mi) și deschid valva dorsală (md), și dacă tățana formelor primitive se face prin simpla apropiere a valvelor (nearticulate), la cele mai multe (articulate), pe valva ventrală apar doi dinți, cari intră în două scobituri ale valvei dorsale, această valvă prelungindu-se cu un pînten, ce separă cei doi dinți și carifixează bine tățana valvelor.

La multe dintre formele articulate, brațele animalului sunt susținute de niște formațiuni lamelare calcaroase (l), așezate pe fața internă a valvei dorsale, care pot fi indoite numai, sau răsucite în multe spirale (*Spirifer*, v. Fig. 252, *Rhynchonella*). Cele două valve pot fi netede (*Lingula*, *Terebratula*, v. Fig. 275), purtând striatuni concentrice de creștere fine, ori dungi radiare (*Rhynchonella*); altele ori niște prelungiri de calcar ca niște țepi tubulari (*Productus*, v. Fig. 257), de care probabil animalul se servea ca să se mențină pe mărul fundului mărilor.

Brachiopodele sunt animale exclusiv marine, care trăesc până la adâncimea de 5000 m., și ele au avut maximul de dezvoltare în Primar și Secundar, din Terțiar începând a se împuțina treptat până azi.

### Lamelibranchiatele (Scolicile).

Sunt Molusce acefale (Fig. 193) cu corp moale, cu simetrie bilaterală, având astfel de o parte și alta, câte două branchii lameloase (br) și câte o răstrângere tegumentară numită manta (m) care secretă la rândul ei două valve (v) calcaroase egale. Valvele sunt deschise în planul de simetrie și fixate la tățana dorsală printr'un ligament (l) elastic puternic, care le-ar ține deschise, dacă închiderea nu s'ar face de animal cu unul sau doi mușchi puternici.

Corpul lor moale poartă ventral un picior musculos (p), în formă de gură de topor pe care-l poate scoate printre marginile mantalei și ale cochiliei, spre a se propti în el, când merge sau când se afundă în mărul fundului.

La cele ce trăesc în mărul marginile mantalei se unesc lăsând loc de ieșire numai în două regiuni: pentru picior în regiunea ventrală, și în cea posterioară, unde mantaua se prelungeste în formă de două sifoane tubulare, prin care intră și iese apa necesară respirației și alimentării.

Această dispoziție se poate observa și la valvele fosile bine conservate, căci pe partea internă a valvelor, pe lângă impresiile de tăiat transversal (v = valvele; m = inserție ale mușchilor (anterior și posterior), cari închid valvele; se l = ligamentul, in = inima, r = organele renale, i = intestin).

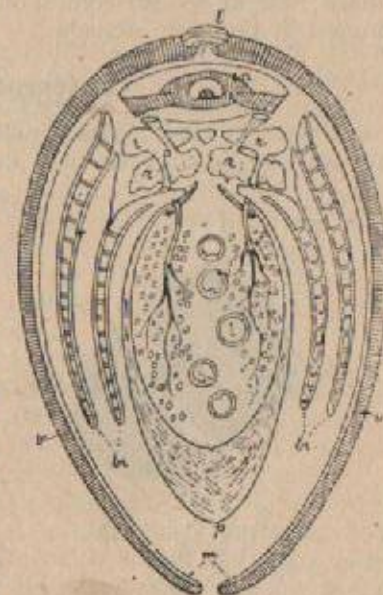


Fig. 193. — *Scoica de râu* (*Anodonta*) a valvelor, pe lângă impresiile de tăiat transversal (v = valvele; m = inserție ale mușchilor (anterior și posterior), cari închid valvele; se l = ligamentul, in = inima, r = organele renale, i = intestin).



ginei mantalei, face în regiunea posterioară în dreptul celor două sifoane, o intrătură spre interior (Fig. 194), datorită inserției mușchilor cari pot trage sifoanele înăuntru.



Fig. 194. — *Tellina crassa* (valv. dreaptă) Miocen.

Valvele sunt uneori netede, alte ori prezintă zone concentrice de creștere în jurul regiunii apicale, sau suprafața lor este striată radial, încrețită sau ornamentată.

În regiunea de tăiană, la formele primitive cu scoica subțire, valvele se înbină direct prin alipirea uneia peste cealaltă; pe când la formele superioare, apar niște ridicături, **dinții**, foarte caracteristici, ei servind de minune la clasificarea genurilor și speciilor.

Lamelbranchiatele trăesc în toate felurile de ape (dulci, sărate și sărate); foarte puține trăesc în regiunile mai adânci, marea lor majoritate fiind neritice. Cele din zona litorală, bătută de valuri, au scoicile groase și rezistente și dintre ele cele care se fixează (*Ostrea*, etc.) au clapele dezvoltate neegal, cea fixată fiind mai mare.

Ca fosile ele apar din Primar, cu forme cu scoici subțiri, netede și nedintate și numai în Secundar iau o dezvoltare foarte mare; dar în special cele sifonate ating maximul lor de dezvoltare numai în timpurile actuale.

### Gasteropodele (Melcii).

Acestea sunt Molusce mult mai superioare, corpul lor având un cap cu organe vizuale, un trunchiu și un picior lat și așezat



Fig. 195. *Natica millepunctata*, Miocen și Pliocen.



Fig. 196. *Euomphalus pentangulatus* (sus), *Bellerophon bicarenus* (jos) Carbonifer.

ventral, pe care animalul se târăște; corpul lor fiind acoperit de o manta și de o cochilie unică, răsucită în spirală (mele), de care animalul este fixat printr'un mușchi și din care poate scoate afară numai capul și piciorul.

La melcii cari au căsuța răsucită normal, fie spre dreapta, fie

spre stânga, acesteia li putem distinge un **vârf apical** formate de camera inițială, de unde începe răsucirea căsuței, formând mai multe **tururi spirale**, care se termină prin **deschiderea orală (gura)**.

Tururile pot să se lipească bine unele de altele, peretele în jurul caruia se face răsucirea formând un stâlp — **columela** —; sau pot să lase între ele un spațiu gol conic, numit **ombilic** (Fig. 195).

Unii melci au tururile răsucite așa că fiecare din ele se vede complet (**evolute**), pe când la alții tururile se acoper numai în parte (**convolute**), sau în total (**involute**).

Nu mai puține din Gasteropodele fosile au tururile răsucite într'un singur plan (*Euomphalus*, *Bellerophon* Fig. 196); marea lor majoritate având o spirală mai mult sau mai puțin alungită (*Turritella*, *Fusus*, Fig. 197, etc.).

Pentru determinarea fosilelor Gasteropode, pe lângă forma și ornamentația tururilor de spirală, joacă un rol foarte important



Fig. 198. *Tentaculites ornatus* (stânga) Silurian, *Dentalium serrangulare* (dreapta) Pliocen.

și deschiderea orală, care poate varia ca formă, ca fel și ornamentare al celor două buze (internă și externă). Astfel buzele pot fi netede, răsfrânte, îngroșate, dintate, sau crestate. Uneori buza externă este digitată sau dezvoltată în formă de aripă. Formele mai noi de Gasteropode (începând din Jurasic) prelungesc gura cu un jghiab sifonal (**sifonostome**) prin care trimit apa în camera branchială; pe când cele vechi (**holostome**) n'au acest sifon. Alte Gasteropode au pe buza externă un mic șanț ieșit în afară care lasă pe suprafața tururilor o creașă spirală în relief (*Bellerophon*, etc.).

Suprafața tururilor la formele primitive este în general netedă; pe când la cele mai noi este ornamentată cu linii și dungi spirale, simple ori noduroase și chiar spinoase, întredăiate, la multe, de coaste transversale. Numai cei de uscat au în general cochilia

netedă (*Melcul* obișnuit).

Multe dintre Gasteropode poartă pe partea dorsal-posterioară a piciorului un căpăcel calcaros, cu care astupă orificiul cochiliei când animalul se retrage complet înăuntru.



Fig. 197. Dela stânga spre dreapta: *Turritella turris* (Miocen) holostomă, *Turritella imbricaria* (Eocen) puțin sifonostomă, și *Fusus longirostris* (Miocen), sifonostomă.



Ca și Lamelibranchiatele, găsim că și Gasteropodele care trăiesc în apele agitate de valuri, au cochilia groasă și rezistentă.

La Gasteropode se alătură și **Scaphopodele**, Molusce care-și sapă cu piciorul ascunzătorii în malul fundului, și **Pteropodele**, animale plutitoare, al căror picior este transformat în două innotătoare laterale, ca două vâsle.

Între primele, ca fosile, avem genul *Dentalium* (Fig. 198) cu scoica troneconică alungită, arcuită și deschisă la ambele capete; care la formele mai vechi este netedă, pe când la cele terțiare și actuale este ornamentată cu dungi longitudinale.

**Pteropodele** apar ca fosile încă din Silurian prin genurile: *Tentaculites* (Fig. 198), cu forma conică, inelată din distanță în distanță, și *Comularia*, de forma unei piramide cu 4 muchii.

Gasteropodele sunt cele mai numeroase dintre Molusce și deși apar de la baza Primarului, ajung la maximum lor de dezvoltare numai în timpurile actuale.

### Cefalopodele.

Cefalopodele sunt cele mai superioare Molusce, și sunt caracterizate (Fig. 199) prin prezența unei regiuni cefalice bine pronunțate, prevăzută cu doi ochi laterali puternici (o), cu orificiul bucal în mijlocul acestei regiuni, armat cu două puternice măsele în



Fig. 199. — *Nautilus Pompilius* (actual), văzut în secțiune: br = brațe; p = pâlnie; o = ochi; cp = capșon (glugus) de acoperit brațele; m = manta; cb = camera branchială; c = camerele locuite succesiv de animal; s = sifon.

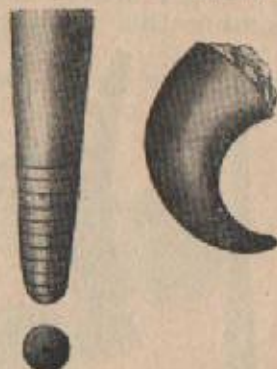


Fig. 200. — *Orthoceras timidum* (stânga). *Cyrtoceras Murchisoni* (dreapta) — Silurian.

formă de cioc de papagal, și cu 8, 10 sau chiar mai multe brațe (br), așezate în jurul capului. Corpul animalului este învelit într-o manta (m), care în regiunea ventrală formează camera branchială (cb), având în dreptul deschiderii orale un sifon ca o pâlnie (p), pe unde apa introdusă în camera branchială este asvârlită cu putere în afară când animalul o vrea și din cauza aceasta corpul său este împins cu putere înapoi.

În mările actuale trăiesc două feluri de Cefalopode, unele răsucite în spirală, ca melcul, protejate la exterior de o cochilie calcareasă spirală, având 4 branchii (**Tetrabranchiate**), cum este *Nautilul*, și altele cu 2 branchii (**Dibranchiate**), fără scoică externă, în locul ei având o lamă scheletică internă, cum este *Sepia*, sau chiar fără nici un schelet cum este *Caracatița*.

În timpurile geologice apar foarte multe Nautiloidee și Amonoidee fosile, așa că cunoscând forma și organizația Nautilului actual, ne putem da oarecum seamă și de felul de organizație al lor.

Cochilia Nautilului (Fig. 199), este secretată de manta și este formată din mai multe camere (c) acoperindu-se succesiv, în spirală, unele pe altele (răsucirea este dorsală); animalul locuind numai pe cea din urmă și cea mai mare, prelungindu-se totuși printr'un sifon (s) — prelungire a tegumentului (mantei) — care străbate pereții despărțitori ai tuturor camerilor, până la cea inițială. Pereții despărțitori ai camerilor la Nautil sunt concavi în afară, unindu-se cu peretele extern al cochiliei după o linie de sudură circulară.

Între Tetrabranchiatele fosile găsim numeroase forme:

**Nautiloideele**, care apar din cele mai vechi timpuri geologice (Silurian), au la început o cochilie dreaptă, ca la genul *Orthoceras* (Fig. 200) și lungă până la 1 metru. Cu timpul ele încep a se curba, cum e genul *Cyrtoceras* (Fig. 200), apoi răsucirea se pronunță din ce în ce mai mult (genul *Gyroceras*), până ce cochilia ia forma Nautilului (Fig. 201), pe care o păstrează până astăzi (*N. Pompilius*, în apele oceanelor Pacific și Indian).

Alături de Nautiloidee apar, prin derivare din ele, încă din Silurianul superior, **Amonoideele** cu cochilia răsucită în spirală, deosebindu-se mult numai prin modul de sudură pe cochilie al pereților despărțitori ai camerilor, care sudură nu mai urmează o linie circulară ca la Nautiloidee, ci una cu îndoiri numeroase, numit din cauza aceasta mod de sudură amonitică, care se complică din ce în ce mai mult.

În general îndoirile făcute de linia de sudură în afară se numesc creste, pe când cele întoarse spre interior se numesc lobi.

În complicarea ce se observă, în timp, la linia lobilor (sau linia de sudură), se găsesc trei stadii principale: tipul cel mai inferior îl prezintă genul *Goniatites* (Fig. 202), cu linia lobilor frântă în creste eșinde și în lobi, cu vârfuri ascuțite; apoi tipul *Ceratites* (Fig. 203), cu crestele arcuite regulat și cu lobi încrețiți secundar; iar cel mai complicat este tipul *Ammonites* (Fig. 204), la care atât crestele cât și lobi prezintă numeroase încrețituri secundare, terțiare, etc., luând un aspect din ce în ce mai ramificat.

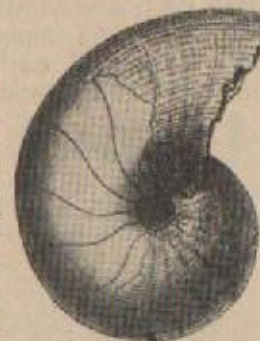


Fig. 201. — *Nautilus intermedius* — Jurasic inferior.



De altfel dacă preparăm linia lobilor (prin lustruire, răzând cochilia superficial) pe întreaga lungime a spiralelor unui Amonit, vom găsi că la primele camere ea este de tipul nautiloiden, apoi trecând gradat prin formele goniatitice și ceratitice, ajunge numai în ultimile tururi la forma complicată amonitică. Complicația



Fig. 202. — *Goniatites in-tumescens* Devonian.



Fig. 203. — *Ceratites nodosus* Triasic.

aceasta treptată o observăm și dacă urmărim încrețiturile treptate ce face unul și acelaș perete despărțitor de la centru către marginile sale.

Către sfârșitul Secundarului, când ei dispar complet, fără a mai lăsa vre-o urmă, Amoniții își desfac din nou *Spira-Scaphites* (Fig. 205) — trecând treptat din nou la forme drepte, cum este genul *Baculites* (Fig. 206), ca la începutul apariției Amonioideelor, păstrându-și însă complicația liniei lobilor.



Fig. 204. — *Amaltheus margaritatus* — Jurassic.



Fig. 205. — *Scaphites aequalis*.  
Cretacic superior.

Unii Amoniți își secretă pe prelungirea dorsală a mantalei, care acoperă capul (la Nautil) ca o glugă, un căpăcel format din una (*Anaptychus*) sau două plăci (*Aptychus*) cu care-și astupă complet deschizătura cochiliei, când animalul se retrage în ea.

Tetrabranchiatele sunt animale exclusiv marine, care trăiesc mai ales pe fund, însă care prin faptul că au camerele goale, ne-locuite și pline cu un gaz (*Azot*) compresibil, cochilia, după voința animalului, îi poate servi și ca plutitor, ridicându-se la suprafața apei.

Tetrabranchiatele apar dela baza Paleozoicului, ajung însă la maximal de dezvoltare în Mezozoic, la sfârșitul căruia, afară de genul *Nautilus*, dispar complet fără a mai lăsa vre-o urmă. Din cauza marelor puteri evolutive, cu mutațiuni dese, ei servesc în mod admirabil la caracterizarea diviziunilor stratigrafice ale Mezo-zoicului.

Dibranchiatele fosile sunt reprezentate prin resturile scheletului intern de **Belemniti**, foarte răspândite în Mezozoic. Ele constau din resturi de formă conică, masive — **rostrum** — (Fig. 207), care poartă uneori către partea mai groasă într-o scobitură conică numită **alveolă**, o serie de camere înguste conice, — **fragmocon** (ph), — ce desigur se prelungă în partea dorsală prin o lamă puțin adusă de margini și ovală — **proostracum** (po), — comparabilă cu „osul de sepie” ce constituie scheletul dibranchiatelor actuale (*Sepia*).

În general ca fosil (Fig. 208) nu s'a păstrat decât rostrul, care poate atinge uneori dimensiuni până la  $1\frac{1}{2}$  m. lungime ceea ce vădește că unele dibranchiate fosile aveau corpul lung de peste un metru.

Cele mai vechi resturi de Belemniti apar în Triasic, dezvoltându-se puternic în Liassic și în Jurassic.



Fig. 207. — Schița unui Belemniti (după Strömer): br (sus) = brute; f = faringe; pl = palmie; st = stomac; c = punga de cerneală; m = mantă; R = rostru; ph = Fragmocon; po = proostracum.



Fig. 206. — *Baculites anceps*.  
Cretacic superior.



Fig. 208. — *Belemnitella mucronata* — Senonian (după Zittel).

În Cretacic ei decad, cele mai multe forme dispărând complet. În Terțiar sunt puțini descendenți ai Dibranchiatelor belemnoides, iar în timpurile actuale numai unul singur, *Spirula*.



## Crustaceele.

Dintre Artropode numai Crustaceele și în special formele de *Trilobiți*, forme paleozoice, au o deosebită importanță pentru stratigrafie.

**Trilobiții** sunt forme de animale ce amintesc pe aceea a genului actual *Limulus*, cu corpul divizat în trei regiuni (trilobit) și longitudinal: cap, trunchi și coadă sau pigidiu, și transversal: axa corpului și laturile (pleure, Fig. 209).

Pe partea ventrală animalul purta, în regiunea capului, gura cu aparatul bucal, iar în regiunea trunchiului câte o pereche dublă de picioare de fiecare inel, la baza picioarelor inserându-se câte 2 branchii de fiecare parte (Fig. 210).

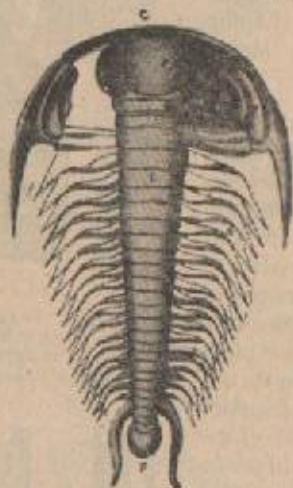


Fig. 209. — *Paradoxides bohemicus* — Cambrian (după Zittel); c=cap; t=trunchi; p=coadă sau pigidiu; l=laturile sau pleurele; o=ochii.



Fig. 210. — Un Trilobit văzut ventral (din Wagner).

Pe fața dorsală, în regiunea capului și deoparte și de alta a axului, în interiorul scutului capului, purtau o pereche de ochi compuși cu fațete. Trunchiul era inelat, cu inele (2—26) imbricate și mobile, astfel că animalul adunându-și ventral capul și coada, putea să-și închidă, apărându-și-le de dușmani, picioarele și branchiile.

Trilobiții sunt exclusiv paleozoici și apar din Cambrian cu o dezvoltare puternică, care se menține și în Silurian. În Devonian încep a decădea, încât în Carbonifer nu se mai găsesc decât două genuri, care dispar și ele în Permian.

Din cauza puterii lor evolutive și răspândirii lor mari, Trilobiții constituiesc fosilele caracteristice ale subdiviziunilor Paleozoicului inferior.

## VERTEBRATELE.

### Peștii.

Peștii sunt cele mai inferioare și totdeodată și cele mai vechi forme de vertebrate cunoscute ca fosile. Dinți de pești asemănători cu ai Selacienilor actuali și chiar resturi complete, se găsesc din Paleozoicul inferior, cu caractere embrionare; având însă coarda dorsală cartilaginoasă și nearticulată și coada dificercă (*Pleuracanthus*, *Acanthodes*), grupați sub numele de *Proselacieni*, și din care s'au diferențiat apoi toate celelalte ordine de Pești.

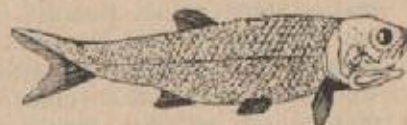


Fig. 211. — *Palaeoniscus Freieslebeni* — Devonian.

Astfel, din *Proselacieni*, prin genul *Cladodus* (Carbonifer), se dezvoltă *Selacienii proprii* și cu coada heterocercă, pe care, dela finele Paleozoicului îi găsim reprezentați prin mai toate grupele existente și în special prin *Squali*: *Cestracion* (din Jurasic); *Lamna* și *Carcharias* (din Cretacic), și *Carcharodon* din Terțiar. Tot din *Proselacieni* se despart desigur de timpuriu și *Ganoizii*, cari apar în Devonian prin forme cu coada dificercă



Fig. 212. — *Cephalaspis Murchisoni* — Devonian.

(*Holoptychius*), având din Permo-Carbonifer (*Palaeoniscus* Fig. 211) + o coadă heterocercă ca și cei actuali (*Cega. Moronul*, *Nisterul*).

În Paleozoicul vechi (Silurian-Devonian) se cunoaște o serie de pești curioși, cu scheletul intern foarte redus, având însă în schimb jumătatea anterioară a trunchiului acoperită cu plăci mari osoase, numiți din cauza aceasta pești *Placodermi* (*Pterichthys*, v. Fig. 243, *Drepanaspis*, *Cephalaspis* Fig. 212, *Coccosteus*), rămânând numai coada (heterocercă) acoperită cu solzi în felul peștilor ganoizi, din cari desigur au și derivat.

Tot din Devonian se cunoaște și peștii *Dipnoi* (*Dipterus*) reprezentați azi numai prin trei genuri: *Ceratodus* (*Barramunda*) în Australia, *Protopterus* în Africa (Senegambia) și *Lepidosiren* în America de Sud, și cari se înrudesc de aproape cu *Ganoizii* paleozoici.

**Peștii osoși proprii ziși (Teleosteenii)** apar din Mezozoicul mijlociu și prezintă așa strânse legături cu *Ganoizii*, în cât deosebirea lor întâmpină mari greutăți. Ei derivă din aceștia, prin osi-



ficarea scheletului și egalizarea lobilor cozii (homocercă); dezvoltându-se foarte mult din Cretacic încolo, de când de altfel Ganoizi tipici încep a se înmulți.

### Amfibienii.

Resturi de Amfibieni se cunosc din mijlocul Paleozoicului (Devonian) și aparțin la forme foarte inferioare, numite **Stegocephali**, al căror craniu era acoperit, cu plăci și al căror schelet



Fig. 218. — *Branchiosaurus* (*Protriton*) *salamandroides* (sus), *Mastodonsaurus giganteus* (jos).

în general prezenta caractere comune atât Peștilor Ganoizi, din cari s'au diferențiat, cât și Reptilelor, la care au dat naștere. Gura lor era armată cu numeroși dinți conici ascuțiți așezați pe toate oasele cavității bucale, în special însă cei din fața erau înfiți în alveole ca aceia ai Crocodilului; iar dentina forma încrețituri ce pătrundeau spre interior, mai ales la **Stegocephalii Labirinthodonți**.

După forma corpului lor, Stegocephalii erau: **Salamandroidi**, ca *Branchiosaurus* (Fig. 223) sau *Protriton* (Permo-Carbonifer), a cărui evoluție embriologică s'a putut reconstitui aproape complet; **Serpentiniformi**, lipsiți de picioare ca *Dolichozoma* (Permian); **Lacertiliformi**, de felul șopârlei, ca *Hylonomus* (Carbonifer), și **Labirinthodonți**, cu forme mari,

uneori gigantice, ai căror dinți n'aveau dentina numai încrețită, ca la *Archegosaurus* (Permian), ci cu răsfrângeri foarte complicate, ca la *Mastodonsaurus* (Fig. 213) și la *Chirotherium* (Triasic).

Importanța mare paleontologică a Stegocephaliilor reiese din raporturile lor de înrudire cu Ganoizii, stabilind astfel legătura între Amfibieni și Pești. Apoi prin aceea că ei evoluând, au dat naștere, pe deoparte, la **Amfibienii urodeli** (cu coadă), pe care-i putem urmări din permian (*Lysorophus*), prin Cretacic (*Hylaobatrachus*), Miocen (*Andrias*, confundat la început cu resturi ome-nești), până azi, și la **Amfibienii anuri** (fără coadă), cari apar din Jurasic (*Palaeobatrachus*). Pe de altă parte, prin o ramură laterală, despărțită de timpuriu, ei dau naștere la Reptilele paleozoice.

### Reptilele.

Reptilele actuale nu sunt decât niște urmași piperniciți ai Reptilelor Mezozoice, a căror extraordinară dezvoltare și ca număr și ca forme, le făceau să aibă stăpânirea asupra întregii vieți pământiești.

Ele apar însă mai de timpuriu, dela finele Paleozoicului, prin forme primitive de **Rhynchocephale** ca *Palaeohatteria* (Permian-Triasic), reprezentată azi numai prin genul *Hatteria* (Noua Zelandă). Ele prezentau caractere colective și de Reptile și de Amfibieni Stegocephali, din cari au derivat, constituind astfel trunchiul comun din care s'au diferențiat toate celelalte Reptile.

Alături de Rhynchocephale și derivând din ele, s'au găsit în Permianul din Texas, dar mai ales în Triasicul din Africa de Sud, unele forme care se deosebeau prin o puternică dentiție, cu dinți puternici înfiți în alveole și diferențiați în: incisivi canini și molari, ca aceia ai Mamiferelor carnivore. Astfel erau, *Lycosaurus*, cu bot ca de câine; *Galesaurus*, cu caninii lungi și cu 12 molare, și *Cynodraco*, cu caninii lungi și cu dințături pe margini, ca cei de *Machærodus*; grupate toate sub numele de **Theriodonte**. Tot aici s'au găsit altele, **Anomodonte**, care aveau un bot ca de broască țestoasă și erau ori complet lipsite de dinți (*Oudenodon*), ori aveau numai doi canini puternici cu creștere continuă (*Dieynodon*). Theriodonte și Anomodonte constituiesc importantul grup al reptilelor **Theromorfe**.

Cele mai numeroase Reptile însă, care se desprind din trunchiul Rhynchocephalelor, populează apele, uscatul și aerul timpurilor mezozoice, și între acestea găsim:

Unele bune înnotătoare (**Enaliosaurieni**), din Liasic până în Cretacic, ca: **Ichthyosaurieni** (*Ichthyosaurus*, Fig. 214), cu capul lung și gâtul scurt și cu membrele transformate în înnotătoare, și **Sauropterigieni** (**Plesiosaurieni**), cu gâtul foarte lung (până la 33 vertebre), mai mult de țârm decât pelagice (*Nothosaurus*, în Triasic, *Plesiosaurus* (v. Fig. 271), în Jurasic și *Sinosaurus* în Cretacic).

Alături de Enaliosaurieni găsim și **Crocodilienii**, cari apar din Triasic prin forme cu capul alungit turtit, și cu oase dermice în piele (*Belodon*), care însă numai din Jurasic (*Teleosaurus*, *Pelagosaurus*), dar mai ales din Cretacic iau caracterele tipice ale Crocodilienilor actuali.

Interesante din punctul de vedere al adaptărilor sunt **Broaștele țestoase** (**Cheloneeni**), care apar tot din Triasic prin forme de uscat (*Psammochelys*), derivând probabil din Rhynchocephalele Anomodonte. Din Jurasic, prin reducerea ca volum a plastronului și prin transformarea membrelor în înnotătoare, ele trec la viața marină (*Thalassemys*), viață pe care unele (*Chelone*) din Cretacic și Eocen (*Emys*) au păstrat-o până azi, și din care, în Cretacic (*Trionyx*), derivă formele de apă dulce, prin care apoi, din Tertiar, unele revin iarăși la viața de uscat (*Testudo*).



Saurienii apar și ei din Triasic, prin forme de șopârle (*Tetrapeton*), ce amintesc Rhynchocephalele. Din Cretacic însă, prin adaptarea unora la viața de înnot, lungindu-și coloana vertebrală (133 vertebre) și micșorându-și membrele, care se transformă în mici innotătoare ce nu se mai leagă de șira spinării, din cauza reducerii oaselor de centură (*Mosasaurus*), se face trecerea spre Ophidieni (șerpii propriu ziși), pe care-i întâlnim din Eocen încoace (*Palaeophis*).



Fig. 214. — *Ichthyosaurus quadriscissus* (după v. Hauff). — Jurasic.

Trunchiul Rhynchocephalelor mai dă naștere, în Mezozoic, unor ramuri de reptile, azi dispărute fără descendenți, mult mai puternic dezvoltate și mai bine adaptate. Astfel, pe lângă Enalisaurienii, din Jurasic, găsim unele forme adaptate la zbor (Pterosaurienii), care puteau zbura cu ajutorul unei membrane ca aceea a liliecului, întinsă între membrele anterioare și cele posterioare, ca: *Rhamphorhynchus*, cu gâtul scurt și coada lungă, *Pterodactylus*, cu coada scurtă și un gât ceva mai lung (Fig. 215 și 272) și giganticul *Pteranodon* (Cretacic), ale cărui aripi întinse acopereau 8 m<sup>2</sup>.

Cele mai numeroase în același timp și cele mai voluminoase, sunt cele ce rămân legate de viața de uscat a Mezozoicului, numite în general Dinosaurieni. Dintre acestea, unele (Triasic-Cretacic) după dinții tăioși și ghiarele lor ascuțite, erau carnivore de temut (D. Theropode sau Plateosaurienii), ca: *Megalosaurus*, *Allosaurus* și *Compsognathus*; altele (D. Sauropode sau Diplodocizi), erau

greoaie, mari gigantice, enorme chiar, cuprinzând pe cele mai mari forme de vertebrate cunoscute până azi ca: *Ceratops*, *Atlantosaurus*, *Brontosaurus*, *Diplodocus*, cu lungimi până la 40 m. și a căror înălțime întrecea de 2—3 ori pe cea a unui om; altele, erbivore tipici (D. Orthopode sau Praedentate), aveau membrele anterioare reduse, pe când cele posterioare erau lungi, purtând 3—5 degete puternice (pieioarele și basculul ca la păsări),

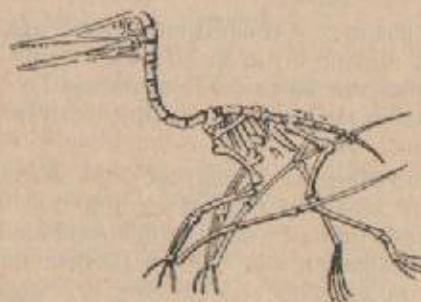


Fig. 215. — *Pterodactylus* (schelet). — Jurasic.

pe care mergeau și se odihneau, proptindu-se și pe coadă, ca: *Iguanodon* (Fig. 216), cu trei degete care a lăsat urme numeroase de pași pe malul țărmului mărilor mezozoice, urme confundate multă vreme cu cele de păsări, și *Stegosaurus*, cu 5 degete purtând pe spinare o creastă puternică osoasă, de la ceafă și până la coadă, și în fine altele, aveau capul mare, purtând ridicături în formă de coarne pe nas și pe cap (D. Ceratopside), ca: *Triceratops* și *Diceratops*, care se apropie pe de o parte de Sauropode pe de alta de Orthopode.

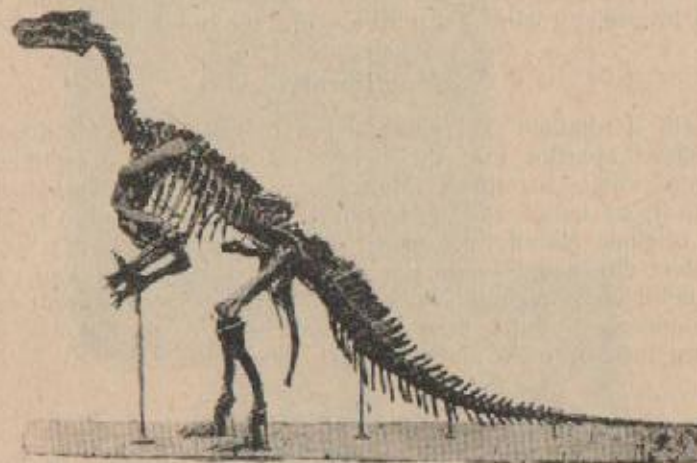


Fig. 216. — *Iguanodon bernissartensis* (Muz. din Bruxelles). — Cretacic.

### Păsările.

Am văzut că Dinosaurienii orthopode, în special prin forma membrilor posterioare și a basculului, se asemănau mult cu păsările și de sigur nu se exagerează dacă se consideră, că Păsările derivă din Reptile, prin o ramură care s'a separat de ele de timpuriu (Triasic).

Primul gen de pasăre cunoscut până azi și găsit în Jurasic german, este *Archaeopteryx* (vezi fig. 273), mai mult o pasăre-reptilă (Saurure) agățătoare, de mărimea unui corb, care avea uneori pene mari și pe coada vertebrală, lungă ca de șopârle, și pe membrele anterioare transformate în aripi. Aripiile aveau însă și trei degete, cu puternice ghiare ca la reptile, pe când membrele posterioare aveau 4 degete. Restul caracterelor erau mai mult de reptilă decât de pasăre.

Din Cretacic găsim forme la care de și există dinți în fălci, predominau caracterele de păsări (Ornitore) și atât prin reducerea vertebrelor codale, prin dispariția ghiarelor dela aripi; cât și prin acoperirea cu pene pe întreg corpul; cum sunt *Hesperornis* o



gigantică înnoțitoare a mărilor Cretacelui, cu carena și aripile reduse, și *Ichthyornis*, o bună sburătoare de felul și mărimea porumbelului, cu carena și aripile bine dezvoltate și cu dinți infipți în alveole. Numai din Tertiär încoace găsim forme de păsări fără dinți și cu cioc cornos. De remarcă este aici faptul că pe când formele **alergătoare** de păsări gigantice se găsesc cantonate, atât ca fosile (*Dinornis*), cât și cele ce trăiesc azi, aproape exclusiv numai în Emisferul de Sud (*Struțul*, *Casuarul*, *Rhea*); în cel nordic se dezvoltă bine cele sburătoare și cele înnoțitoare, și aceasta probabil din cauză că în cel sudic, uscatul formă continente întinse, pe când cel nordic, era mai mult insular în Tertiär.

### Mamiferele.

De și reptilele (Theriodonte) prin dentiția lor heterodontă, ne prevestesc apariția lor; de și cele câteva caractere reptiliene ce prezintă unele mamifere inferioare actuale (*Ornithorhynchul* și *Echidna*), ne indică vădite legături genetice între Reptile și Mamifere; originea Mamiferelor este totuși foarte puțin clară și aceasta mai ales din cauza puținelor resturi de fosile ce ni s-au păstrat din timpul Mezozoicului. Numai din Tertiär încoace avem resturi mai numeroase, după care să putem stabili, cel puțin în parte, legătura între formele actuale și cele dispărute.

### Mamiferele aplacentate.

**Monotremele**, care trăiesc azi numai în Australia, în Tasmania și în Noua Guinee, nu se cunosc ca fosile de cât din Cuaternarul din Australia și numai prin genurile actuale de *Echidna* și de *Ornithorhynchus*.

**Marsupialele**, care se găsesc azi numai în Australia și în America, sunt cele mai vechi forme de Mamifere cunoscute ca fosile. Ele apar din Triasic prin forme erbivore ca: *Tritylodon* și *Plagiaulax*, acesta din urmă având descendenți din Eocen (*Neoplagiaulax*) și până azi (*Hypsiprimnus* sau *Cangurul-șoarece*).

### Mamiferele placentate.

Din Jurasicul inferior găsim și forme de tranziție între Marsupiale și Mamiferele placentate, ca: *Amphitherium* și *Kurtodon*, cu măselele trituberculate, forme grupate sub denumirea de **Pantotherine** sau **Trituberculate**.

**Insectivorele**, ca fosile (*Adapisorex*) se găsesc numai din Eocen (Europa, Asia, Africa și America de Nord). Ele fiind cele mai inferioare ca organizație, se consideră a fi și cele mai apropiate de trunchiul comun din care au născut toate placentatele. Insectivorele actuale (*Ariciul*, *Șoarecele*, *Cârțița*) se cunosc ca fosile numai din Miocen.

**Chiropterele**, derivă desigur din formele de Insectivore eocene, adaptate la zbor. *Liliacul* actual de și apare din Eocen, el se cunoaște sigur numai din Cuaternarul Europei și Braziliei.

**Rozătoarele**, derivă tot din forme de Insectivore primitive. Ele apar din Eocenul inferior, formele actuale cunoscându-se numai din Miocen (*Epure*, *Porcul-Spinos*).

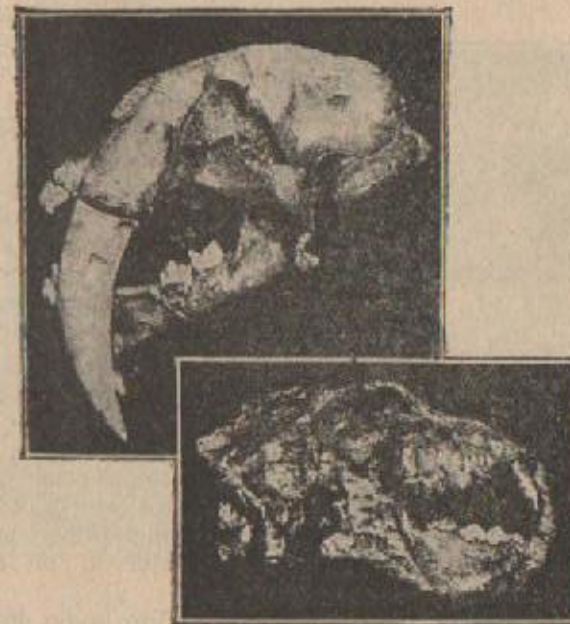


Fig. 217. *Machaerodus* (sus); *Hyaena* (jos).

**Carnivorele**, cari după Ungulate formează cel mai important ordin de mamifere, apar din Cretacic prin forme inferioare (**Creodonte**), fără carnasieră specializată. Ele se apropie prin unele caractere de Insectivore, din care derivă prin o specializare a dinților (molare și canini), prin reducerea numărului lor, ca și prin o dezvoltare mare a creierului. Dintre Carnivorele Creodonte: **Proviverridele** (*Proviverra*) și **Miacidele** (*Miacis*) se consideră că, din Eocen ar fi dat naștere la toate carnivorele celelalte, cari rămân în general forme de uscat, numai câte-va adaptându-se la viața de înnot.

Astfel dintre adevăratele carnivore (**Fissipede**) actuale, **Felidele** iau naștere în Eocen, desfășurându-se din Oligocen în 2 ramuri: una stinsă complet azi și reprezentată în Miocen și Pliocen prin *Machaerodus* (Fig. 217), puternic și cu caninii ca două pumnale, iar în Cuaternarul vechi prin *Smilodon* și o altă ramură din care a născut toate Felinele actuale (*Leul*, *Tigrul*, *Pisica*).



**Hyaenidele** (*Hyaena*, Fig. 217) se cunosc numai din Pliocen și rânân cantonate numai în Eurasia și Africa. În peșterile din Cuaternar trăiește o varietate (*H. spelaea*) a hienei actuale (*H. crocuta*).

**Viverridele** (*Viverra*) se cunosc din Miocen și prin *Ictitherium* se înrudește cu Hyaenidele.



Fig. 218. *Ursus spelaeus* (Ursul de caverne).

**Mustelidele** (*Mustela*) apar din Oligocen și se cunosc mai puțin.

**Ursidele** (*Ursus*) apar în Miocen cu forme mici (*Ursavus*). Din Pliocenul european (*Hyaenarctos*) și din Cuaternarul american (*U. americanus*, etc.). Ursidele se apropie de formele mari actuale.

În Cuaternarul vechi cel mai răspândit urs era cel de caverne (*U. spelaeus*, Fig. 218), mare și puternic ale cărui oase se

găsesc răspândite abundant și în peșterile noastre (Stogu în Valcea, Ronceasa în M-tii Apuseni, etc.)

**Canidele** cele mai vechi se cunosc din Eocenul superior al Europei (*Cynodictis*), însă trunchiul din care ele s-au răspândit apoi pe întregul uscat, se găsește în Miocenul Americii de Nord (*Canis vafer*), cea mai veche vulpe și *Amphycion*, un câine propriu zis.

Căinii domestici, actuali, se crede că provin din domesticirea formelor de Șacal (*C. aureus*), de Lup de India (*C. pallipes*) și de Lup de Egipt (*C. lupaster*), cari veneau în contact cu omul preistoric.

**Pinnipele** reprezintă carnivore urside adaptate de timpuriu la înot, formele actuale cunoscându-se numai din Terțiar (*Phoca*, din Miocen; *Morsa* și *Otaria*, din Pliocen).

**Cetaceele** sunt carnivore primitive (Creodonte), adaptate la înot. Adaptarea lor este destul de profundă, căci membrele posterioare dispar până ce se reduc la câteva osicioare ascunse sub piele; pe când cele anterioare se transformă în înotătoare, ca și coada. Primele Cetacee apar în Eocen cu forme primitive (*Zeuglodon*), din care, din Miocen, derivă cele nedintate (*Mystacocetii*) cum sunt **Balenidele**, ca și cele dintate, cum sunt **Squalocetii** (*Squalodon*) și **Delfinoceții** (*Delphinodon*).

**Nedintatele** reprezentate azi prin animale lenese, exclusiv sud-americane, sunt lipsite ori numai de incisivi (cele fosile), ori n-au dinți deloc, ca *Pangolinul* și *Furnicarul*. Ele apar din Eocen, se cunosc însă bine numai din Pliocenul și Cuaternarul Americii de sud, cu forme uneori gigantice ca: *Megatherium*, lung de 4 m.

și înalt de 2.50 m., și *Glyptodon* (Fig. 219), acoperit cu o carapace osoasă puternică, cum are Tatuul actual, doar cu plăcile nemobile.

**Ungulatele** cuprind cele mai numeroase mamifere erbivore de uscat, puține din ele (**Sirenidele**) adaptându-se la înot sau la o vicăță de apă (*Hippopotamul*). Dentiția formelor actuale, prin adaptări, a ajuns așa de diferențiată la diferitele grupe, încât dacă n'am avea resturile fosile care să ne indice legătura dintre ele, ne-ar fi greu să apropiem, de exemplu, *Elephantul* de *Gazelă* sau de *Rinocer*.

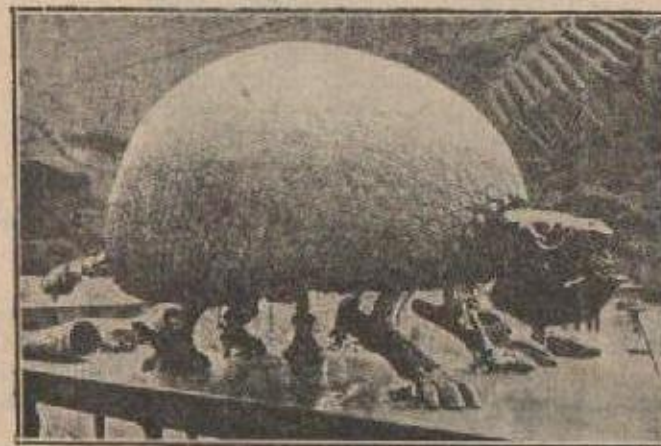


Fig. 219. — *Glyptodon typus* (Mus. din Paris).

Cele mai vechi Ungulate apar din Cretacicul superior-Eocen, prin forme primitive (**Protungulate**), care amintesc oarecum originea lor comună cu unele reptile cu caractere insectivore. Ele au 5 degete la membre și dinți numeroși și se consideră a fi format trunchiul din care s-au diferențiat celelalte Ungulate (*Peripitychus*, de mărimea unei oi; *Phenacodus*, ca un tapir, și *Tetraclaenodon*, acestea două dau mai târziu naștere **Cailor** și **Rinocerilor**).

Prin o specializare timpurie, din Protungulate se despart **Amblypodele**, azi dispărute complect, care în Eocen reprezentau cele mai gigantice Mamifere, (*Coryphodon* și curiosul *Uinthaerium* sau *Dinoceras* (Fig. 220), având în același timp și cel mai mic creier).

**Perissodaactylele** (Imparidigitate) reprezentate azi numai prin *Tapir*, *Rinocer* și *Cal* și al căror maximum de dezvoltare l-au avut în Terțiarul mijlociu și superior, derivă tot din Protungulate prin reducerea numărului degetelor și anume; 4 degete la membrele anterioare și 3 la cele posterioare, la **Tapiride** (*Lophiodon*, în Eocen; *Protapirus*, în Oligocen și Miocen, și *Tapirus* în Cuaternar); 3 degete la **Rinoceride** (*Prohyracodon*, din Eocenul Transilvaniei; *Aceratherium* (Fig. 221), în Oligocen-Pliocen, *Elasmotherium*



și *Rhinoceros* (Fig. 222), în Pliocen și Cuaternar), și în fine, un singur deget, azi, la *Equidae*, a căror filiațiune se cunoaște bine de când începe din Eocen cu 5 degete (*Hyracotherium-Eohippus*), trecând în Oligocen la forme cu 3 degete (*Palaeotherium-*



Fig. 220. — *Uinthattherium (Dinoceras) mirabile* (Eocenul Americii de N., Wyoming).

*Meshippus*) și, în fine, în Miocen și Pliocen la forme ce nu mai calcă decât pe un deget (*Anchitherium* și *Hipparion*) strămoșii apropiați ai calului actual (*Equus*), care din Cuaternar nu mai are decât un singur deget.



Fig. 221. — *Aceratherium tetradactylum* (Mus. din Paris).

**Artiodactylele** (paridigitate) care au maximul lor de dezvoltare în timpurile actuale, derivă în Eocen din Protungulate, prin reducerea unui deget și prin o specializare mare a dentiției, care după forma dinților poate fi: *bunodontă* (cu măsele cu tubercule) la *Porcide* (*Cebocerus*, în Oligocen și *Sus* din Miocen până azi) și *Hippopotami* (*Hippopotamus* pliocen-actual); *selenodontă* cu măselele purtând creste în semilună specializate pentru rumegat iarba ca la *Rumegătoarele Xiphodontide* (*Xiphodon* eocenice), la *Camelide* (*Procamelus*, *Camelus*, la *Tragulide*, la *Cervide*, la *Bovide*, etc., și *bunoseleodontă*, cu caractere intermediare (*Anthracotherium* și *Anoplotherium*).

**Proboscidienele** azi cu totul în declin (Elefanți), maximul lor de dezvoltare fiind în Pliocen și în Cuaternarul vechi, apar din Eocen în Africa, de unde trec apoi, din Miocen, în Asia și Europa și de aci mai târziu în America. Afară de dimensiunile lor gigan-

te, ele se mai caracterizează prin o specializare mare a dinților și anume: incisivi sunt reduși numai la o păreche, transformați în defense, fie la ambele falci, fie numai la una din ele; iar măselele, pe măsură ce și reduc numărul devin voluminoase și acoperite cu tubercule sau cu creste. Între Proboscidiene găsim **Dinotheriidele** (*Dinotherium*,



Fig. 222. — *Rhinoceros Aureliancensis* (Mus. din Paris).

v. Fig. 305) cu 2 defense la falca inferioară, arcuite în jos și cu măsele cu câte 2 creste tuberculoase (Miocen-Pliocenul infer); **Palaeomastodontidele** (*Palaeomastodon*) cu defense mici la ambele falci (Oligocen),

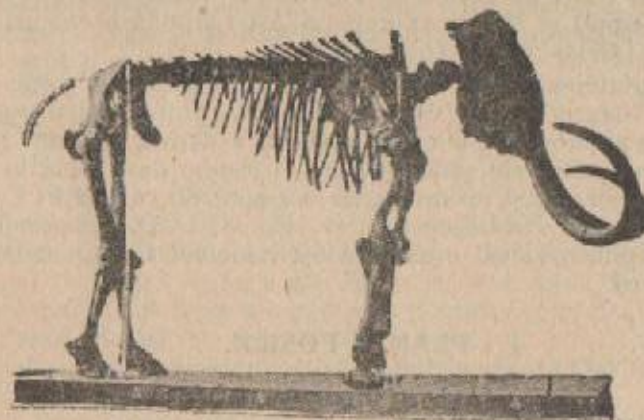


Fig. 223. — *Elephas primigenius* (Mamutul). Mus. din Petrograd.

și **Elefantidele** cari cuprind genul *Mastodon* (v. Fig. 306—307) sau *Tetrabelodon* (Miocen-Pliocen) cu forme, care au 4 sau 2 defense (acestea numai la falca inferioară) și măsele cu creste multituberculate; genul *Stegodon* (Pliocen, v. Fig. 308) cu 2 defense la falca superioară și cu măsele cu creste mai dese, și care



face trecerea spre genul *Elephas* (Pliocen-actual), cu 2 defense la falca superioară și cu măselele cu serii de creste din ce în ce mai strânse până la formele de Elefanți actuali. Dintre Elefanți, *Mamutul* (*E. Primigenius* Fig. 223 și 310) a atins în Europa mărimi gigantice în Cuaternarul vechi.

**Sirenidele**, reprezintă ungulate adaptate din Eocen la viața de înot (*Halitherium* Fig. 224), având ca patrie marea Mediterană veche, de unde au trecut apoi în Atlantic (*Manatidele*) în Pacific, O. Indian și M. Roșie (**Halieoridele**).

**Primatele**, caracterizate prin poziția opozabilă a degetului celui mare, apar din Eocen prin formele cele mai inferioare, *Le-murienii* (*Adapis*, *Anaptomorphus* care face legătura cu Maimuțele

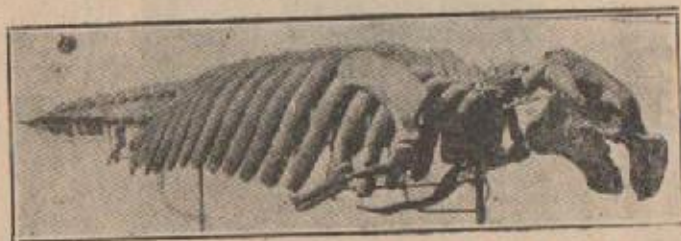


Fig. 224. — *Halitherium* Schinzi, din Miocenul german (Mus. din Paris).

superioare, etc.); pe când cele superioare, **Anthropoide**, apar din Oligocen (Egipt) și Miocen (Europa și Asia) prin forme de maimuțe adevărate (*Mesopithecus*, *Dryopithecus*).

**Hominiidenii** apar din Cuaternarul inferior prin forme inferioare (*Pithecanthropus*) care fac legătură, prin *Dryopithecus* cu maimuțele anthropoide, din care probabil a derivat și genul *Homo*. Primele începuturi ale genului *Homo* trebuie duse până în Pliocenul superior, de și resturi sigure nu apar de cât tot în Cuaternarul vechi (*H. Heidelbergensis*, v. Fig. 328, *H. primigenius*) și din care prin o lungă evoluție a derivat omul timpurilor istorice (*H. sapiens*).

## PLANTE FOSILE.

### Criptogamele.

#### Algele.

Algele marine sunt cele mai vechi plante fosile cunoscute. Urme sigure de alge n'avem decât din Silurian și ele aparțin Algelor **Siphonae Dasycladaceae** (*Celosphaeridium*): în Triasicul alpin unele dintre ele constituiesc depozite calcaroase de sute de metri grosime (*Gyroporella*, *Diplopora*); pe când în timpurile mai noi ele diminuează ca importanță până azi.

Tot astfel **Algele Calcaroase** constituiesc, mai ales în Terțiar (*Lithothamnium*), depozite calcaroase importante. De asemenea **Diatomeele** ale căror urme se cunosc sigur numai din Liasie, formează în Terțiar și Cuaternar, ca și în mările actuale, depozite silicioase importante, cunoscute sub numele (comercial) de Tripoli sau Pământel.

**Algele Fucoidae** se cunosc tot din Silurian-Devonian (*Halysites*) și sunt citate din mai toate depozitele marine până azi, determinarea lor însă prezintă greutăți de nelămurire, necunoscându-li-se decât impresiile thalului.

Dintre cele de apă dulce, se cunosc **Characeele** (*Chara*), începând cu Jurasicul, reprezentate numai prin *Oogonaceele* lor rezistente și ornamentate spiral.

### Ciupercile.

Prin studiul microscopic al frunzelor și trunchiurilor plantelor carbonizate, ciupercile inferioare se cunosc sigur din Carbonifer. În Cretacic ele apar mai des pe trunchiuri și numai din Terțiar se cunosc și fructificații (pălării) de Ciuperci superioare (*Sphaeria*).

### Mușchii.

Deși se crede că Mușchii au apărut din Paleozoic, primele resturi sigure nu se cunosc decât din Triasic, reprezentate prin **Hepaticae** (*Palaeohepatica*), pe când din Cretacic și mai ales din Terțiar se cunosc și **Mușchii proprii** ziși (frunzoși); cele mai numeroase și mai bine conservate resturi, provenind din chihlăbăurul Mării Baltice.

### Ferigile.

Ferigile actuale pot fi considerate ca urmași piperniciți ai ferigelor paleozoice. În general toate grupele actuale de ferigi (**Feliceae**, **Lycopodiaceae**, **Selaginelleae**, **Hydropterideae** și **Equisetaceae**) se găsesc reprezentate ca fosile, însă rolul de căpetenie îl joacă grupele de ferigi arborescente (**Lepidodendreele**, **Sigillarieele** și **Calamariellele**) și cele ce făceau trecerea între Criptogame și Fanerogamele gimnosperme (**Cycadofeliceae** sau **Pteridospermeele**) toate azi complet dispărute.

Între ferigile ierboase se cunosc numeroase forme destul de bine și după port și în parte și după fructificații ca: *Pecopteris* (Carbonifer), cu frunze mari până la 10 m; *Sphenopteris* (Devonian-Carbonifer), cu frunze mari foarte ramificate; *Taeniopteris* (Carbonifer) și *Glossopteris* (Permian), cu portul în felul genului actual *Scelopendra* (*Limba vecinii*), etc. Cea mai mare importanță o prezintă însă formele de ferigi arborescente în majoritate azi dispărute, însemnate atât prin depozitele de cărbuni ce au format în



Permo-Carbonifer, cât și prin formele de legătură între Criptogame și Fanerogame. Astfel *Equisetaceele*, reprezentate azi printr'un singur gen (*Equisetum*), a cărui filiațiune se poate urmări din Mezozoic (*Equisetites*), erau reprezentate în Carbonifer și Permian prin *Calamariee* (*Calamites*, vezi Fig. 245), cu trunchiul arborescent și înalt de 10 m. purtând strițiuni longitudinale pe întrenoduri, iar la noduri niște rozete, în locul unde se inserau ramurile. Frunzele sale erau numeroase și reunite între ele și se încovoiau în sus (*Asterophyllites*), s'au se dispuneau rotat (*Annularia*). Aparatul fructifer eră ramificat, codițele purtând câte o fructificație de forma conică alungită (*Palaeostachya*).

Tot astfel *Licopodiaceele* ierboase actuale (*Licopodium* și *Selaginella*) se găsesc reprezentate în Carbonifer prin forme înrudite, arborescente, gigantice, de *Lepidophyte*, caracterizate prin o ornamentație specială a suprafeței trunchiului. Astfel la *Lepidodendree* (*Lepidodendron* vezi Fig. 246 și 247) cu trunchiul gros de 1 m. și înalt până la 30 m., ramificat dichotom, ramurile purtând în vârf fructificațiile măciucate, găsim scoarta acoperită de cicatrice rombice ornamentate cu 8 puncte, pe când la *Sigillariee* (*Sigillaria* vezi Fig. 248 și 249), cu portul ca și primele, însă mult mai gigantice, găsim trunchiul ornamentat cu cicatrice în forma de pecetii cu contur hexagonal, sau oval, dispuse fie în serii longitudinale de sigilii dese și separate prin dungii, fie în serii de sigilii mai rari, fie în serii cu dispoziție spirală și fără dungii. Rădăcinile *Lepidophytelor* purtau cicatrice rotunde (*Stigmaria*).

O grupă cu totul izolată o formează *Sphenophyllaceele* (*Sphenophyllum*) care au trăit din Devonian până în Permian, având însă cea mai mare dezvoltare în Carbonifer. Ele aveau portul arborescent, cu verticile de frunze în formă de pană la noduri, prezentând unele caractere care amintesc pe de o parte *Calamarieele*, pe de alta, *Hydropterideele* și dintre acestea din urmă apropiindu-se mai mult de *Salvinia*.

De remarcat este faptul, că în trunchiul lor se găsesc atât formațiuni secundare cât și vase perfecte, ca la Fanerogame.

### Pteridospermee sau Cycadofelicinee.

La unele dintre formele de ferige din Paleozoicul superior, considerate multă vreme ca ferige tipice, din cauza că se cunoșteau numai după portul lor, s'a constatat că de și ele prezintă portul tipic al ferigelor, purtau însă organe de fructificație asemănătoare cu acelea ale *Cycadeelor*; iar în constituția trunchiului lor, aveau o structură (vase și formațiuni secundare) ca aceea a Fanerogamelor inferioare. Din cauza aceasta ele se așează astăzi într-o grupă aparte, *Pteridospermee* sau *Cycadofelicinee*, fiind considerate ca făcând legătură între Criptogamele vasculare și Fanerogamele gimnosperme. Printre acestea se consideră a fi genurile:

*Sphenopteris*, *Pecopteris*, *Alethopteris*, *Odontopteris*, *Neuropteris*, *Cycadoxylon* și *Medullosa*, cele două din urmă având foarte multe asemănări cu *Cycadeele*.

### Fanerogamele.

Plantele cu flori, considerate după grupele lor inferioare (*Gimnosperme*), se leagă prin forme intermediare așa de strâns de *Criptogamele superioare* (*Cycadofelicinee*), încât cu greu se poate trage o limită bine definită între ele.

De altfel cele mai vechi Fanerogame se întâlnesc în destul de mare număr din Paleozoicul superior, alături de Criptogamele superioare, așa că diferențierea între ele trebuie să fi început de timpuriu, atât prin perfecționarea vaselor cât și a felului de a fi al reproducerii.

### Gimnospermele.

Cele mai vechi Gimnosperme cunoscute sunt *Cordaites* (*Cordaites*) exclusiv paleozoice, care apar în Devonian și dispar în Permian și care, după organizația lor, țineau mijlocia între *Conifere* și *Cycadee*.

*Cycadeele*, cunoscute azi numai prin genul *Cycas* (Cretacic-actual), apar din Paleozoic prin forme cunoscute numai după trunchi și frunze și grupate altă dată sub numirea de *Zamfice* (*Pterophyllum*, Carbonifer-Trias, *Otozamites*, etc.). *Cycadee* cu portul și fructificația formei actuale se cunosc numai din Jurasic (*Cycadospadix*).

Alături de ele și ca port foarte asemănătoare se așează două grupe: *Bennetiteele* (*Bennetites*), cunoscute din Cretacicul francez, care aveau ovulele închise de bractee în formă de scut și grupate strâns în mănunchiu înconjurat de un buchet de frunze, pe când florile masculine formau un mănunchiu de frunze fertile în vârful ramurilor, și *Cycadoideele* (*Cycadoidea*), cunoscute din America, la care florile femele formau mici grupări conice cu ovulele închise în bractee și înconjurată de frunze, iar cele masculine prin răsfângerea spre interior a frunzelor fertile și învelirea lor cu un buchet de frunze nefertile, în stadiu de tinerete, dau aspectul unei flori veritabile. Ambele aceste grupe fac incontestabil trecerea între Gimnosperme și Angiosperme.

*Coniferele* se găsesc reprezentate din Carboniferul superior-Permian prin forme de *Arancariee* dispărute (*Walchia*, *Ulmannia*, *Albertia*). Din Triasic apar *Taxodineele* (*Taxodia*, vezi Fig. 259, *Sequoia*), pe când *Abietineele* (*Pinus*, *Abies*) apar din Cretacicul inferior, în regiunile nordice, de unde treptat se răspândesc cu timpul pe întreaga suprafață a globului.

*Salisburieele* apar de la finele Paleozoicului (*Salisburya*); din Trias însă (*Baiera*) și în Jurasic (*Ginkgo*) ele se cunosc mai



bine. Specia actuală *Ginkgo biloba*, care ar fi azi dispărută dacă n'ar fi fost cultivată, se cunoaște numai din Terțiar.

### Angiospermele.

Prin **Bennetitee**, **Cycadoidee** și **Gnetacee**, Gimnospermele fac trecerea spre Angiosperme, dintre care **Monocotiledonatele** (**Aroidee**, **Pandane**, **Alismacee**, **Liliacee**) apar din Jurasic. Cât privește **Dicotiledonatele**, ele apar în America mai de timpuriu (Cretacicul inferior) ca în Europa (Cretacicul superior), de unde s'au răspândit pe întreaga suprafață a pământului. Din Terțiar flora fosilă este reprezentată prin mai toate formele actuale de plante superioare.

## 5. Privire generală asupra formațiunilor ce constituiesc scoarța solidă a globului pământesc.

### a) — Prima scoarță solidă, primul ocean și prima vieată.

Intr'un capitol anterior am arătat, cu privire la originea sa, că după ipoteza lui LAPLACE, Pământul era la început constituit din o masă nebuloasă, un strop rupt din marea nebuloasă, ce unea laolaltă masa sistemului solar întreg, masă formată din toate corpurile chimice simple, gazeificate, ce intrau în constituția Pământului. Această nebuloasă era animată de cele două mișcări pe care le prezintă și azi globul pământesc, una de rotație și alta de translație.

Nimeni n'ar fi în stare să cuprindă cu mintea timpul întrebuințat de această nebuloasă ca să-și așeze elementele constitutive după densitate, cele mai grele (Aur, Platină, Mercur, Helium, Plumb, Fier) către partea centrală, cele mai ușoare (Siliciu, Carbon, Oxigen, Clor, Natriu, Azot, Hidrogen, etc.) către exterior, și ca prin pierderea treptată a căldurii inițiale, să-și condenseze sub formă lichidă cea mai mare parte a substanțelor componente.

Dar desigur, dacă această a fost mersul evolutiv urmat de globul pământesc, la un moment dat a trebuit să ajungă la un stadiu, când masa sa lichidă a prins către + 1200° o poșghită solidă la exterior, **prima scoarță solidă**, formată în general de silicați, de forma sguiei silicioase ce se face în furnalele înalte, și ea separă acest nucleu rămas lichid de corpurile rămase încă gazoase și care-i formau la exterior o atmosferă mult mai extinsă, mult mai grea (conținând în stare gazoasă pe lângă numeroasele cloruri și apa mărilor și oceanelor actuale) și desigur foarte mult diferită ca compoziție de cea actuală.

Și această primă scoarță s'a putut îngroșa treptat nu numai prin ruperi și îngrămădiri locale de sloiuri, în felul ghieturilor actuale, ci și prin adăogire de noi pături solidificate la interior, prin o răcire treptată a masei interne a Pământului.

Deasemenea și învelișul gazos a suferit importante schimbări și cea mai importantă dintre acestea a fost desigur, precipitarea sărurilor și în special a clorurilor alcaline și alcalino-terose (700° — 800°) și formarea vaporilor de apă prin combinarea oxigenului cu hidrogenul (360°) și condensarea lor sub formă de apă lichidă (sub 100°), care căzând în cantități imense la suprafața primei scoarțe, a dat naștere primului ocean. Numai dela data aceasta, atmosfera a început să ia o constituție apropiată celei actuale.

Scoarța Pământului desigur că cel puțin la început era puțin dislocată, așa că acest prim-ocean poate că o învelea de jur împrejur, fără să lase uscături care să iasă la iveală.

Această apă, de altfel foarte fierbinte, desigur că a luat în soluție pe lângă diferitele substanțe chimice, ce mai conțineau atmosfera gazoasă, ca CO, Cl, etc., și substanțele solubile ce conțineau rocele și mineralele scoarței solide, mai ales Silicații, Clorurile, Bromurile, etc., formând astfel **primele sedimente de natură chimică**.<sup>1</sup>

Ape dulci n'au putut exista, decât mult mai târziu, când prin contracțiuni și încrețiri puternice, prima scoarță a început a prezenta uscături, fie ca insule, fie sub formă de continente puțin întinse, și pe care, prin condensarea apelor de ploaie precipitate dintr'o atmosferă mai apropiată ca constituție ca cea actuală, au putut lua naștere cursurile de ape dulci.

Atâta vreme însă, cât apa primului ocean a avut o temperatură superioară lui 45°, temperatura la care substanțele albuminoide ce constituiesc protoplasma celulelor ființelor vii se coagulează, viața nu putea să ia naștere.

Cu timpul însă prin răcire, condițiunile de viață ajungând să fie îndeplinite, apa sărată și caldă a acestui prim-ocean a fost leagănul primelor ființe vii, care au luat naștere prin o oarecare

<sup>1</sup> De sigur că la început și în special asupra clorurilor alcaline, apa a jucat un mare și important rol, separându-le prin disolvări și recristalizări repetate, din cauza temperaturii destul de ridicată a scoarței, care reevaporă la scurte intervale apa precipitată. Poate că aci trebuie căutată și originea enormelor cantități de sare pură, îngrămădită în numeroasele massive de sare, azi cunoscută pe întreaga suprafață a pământului.



combinație fericită a elementelor chimice existente în apă, ori în rocele fundului primului ocean.

Si ca acest prim aglomerat de substanță vie să ajungă să-și dea o formă și o organizație de celulă, desigur a urmat o evoluție lungă și imposibil azi de apreciat ca timp.

Considerând, pe de altă parte, că cele mai vechi ființe vii (de altfel reprezentate toate numai prin forme marine), pe care le găsim în cele mai vechi strate ale scoarței globului (Cambrian și puțin în Algonkian), reprezintă resturi de animale cu o organizație pluricelulară cu totul superioară, ca: Crustacee, Brachiopode, Crinoide, Anelide și unele Molusce; suntem siliți să admitem, că incomensurabil mai lungă trebuie să fi fost perioada de timp necesară evoluției primului sarcod, — ca să treacă dela forma unicelulară la cea pluricelulară și de aci să dea prin diferențiere formele acestea de animale cu organizarea superioară, decât — tot timpul evoluției vieții din Paleozoic și până în zilele noastre; chiar dacă admitem că puterea de viață și de evoluție, eră la început mult mai mare ca în timpurile geologice mai noi.

În sprijinul ipotezei, că prima viață a luat naștere în mediul apos marin (sărat), vin mai multe constatări.

1) Este absolut imposibil de admis, că dela început să fi existat uscături și în legătură cu el ape dulci, ca să putem admite că uscatul formă mediul cel mai răspândit, iar nu apele marine, care să fi reprezentat mediul cu câmpul cel mai larg și cu condițiuni din cele mai variate, între care să fi existat și cele favorabile nașterii vieții.

Din contră, după toate probabilitățile, mediul marin pare că a întrunit toate aceste condițiuni.

2) Celulele tuturor corpurilor ființelor vii conțin apă în massa lor în proporție de 70%—80%, ceea ce arată că dintre toate substanțele minerale, din care prima viață și-a alcătuit masa sa, apa mediului lichid îi sta la îndemână din abundență.

3) Dacă în general celulele corpului ființelor vii cu o organizare mai superioară, prin adaptări ulterioare la medii diferite au mai putut suferi unele modificări, care să le depărteze dela felul de viață primordial; celulele însărcinate cu reproducerea, — cea mai importantă funcțiune vitală, prin faptul, că dela început corpul ființei vii le-a creat organe de protecție, care să le pună la adăpostul tuturor influențelor modificatoare, ce le-ar fi stânjenit în dezvoltare, — ele au păstrat aproape neschimbat modul lor primordial de organizare.

Și atât la animale cât și la plante găsim că elementele reproducătoare, chiar ale celor adaptate la viața de uscat, în îndeplinirea fecundațiunii, ele se unesc tot prin mijlocirea unui mediu lichid; iar embrionul se dezvoltă tot într'un astfel de mediu și în special, la plantele și animalele de uscat, se mijlocește ca embrionul să se dezvolte într'un mediu lichid până la desăvârșirea organizației asemănătoare celui adult. Aceasta vădește, că celula care se găsește la baza întregii vieți, a moștenit și păstrează și azi caracterele câștigate de către prima viață în mediul lichid.

4) Dar nu numai celula ou, ci și restul celulelor corpului ființelor vii pluricelulare, adaptate sau nu la viața de uscat, și-au mijlocit un trai similar, căci ce este seva plantelor și plasma sângelui animalelor, care înăbușă complet orice celulă vie a corpului lor, dacă nu un mediu lichid?

5) Ceva mai mult, după QUINTON, plasma sângelui animalelor și în special al celor superioare, cu 7—8‰ grame de sare, nu reprezintă altceva decât persistența în corpul animalelor a mediului primordial marin, în care au trăit strămoșii lor.

Și în adevăr, dacă unui câine lăsăm să i se scurgă tot sângele, înlocuindu-l, treptat cu scurgerea, prin apă marină diluată și sterilizată, câinele nu moare și în curând își va reveni la starea normală; pe când dacă i-l înlocuim cu apă dulce, el moare imediat.

6) De altfel formele fosile ale celor mai vechi timpuri geologice, aparțin exclusiv numai la forme de animale marine.

Așa dar, numai mai târziu, din leagănul lor marin, formele de viață atât cele vegetale cât și cele animale, prin adaptări la condițiuni noi și trecând prin stadii treptate, intermediare, au trecut, pe deoparte, la mediul salmastru prin estuare și de aci la cel de, apă dulce (râuri, lacuri), pe de altă parte ele s-au adaptat la viața de uscat cu respirația aeriană; medii mai noi, dezvoltate ulterior celui marin și numai în legătură cu formarea primelor uscături.

Și geologia stratigrafică ne pune în evidență numeroase exemple, prin care se constată că la multe din formele de viață actuală de uscat, ori de apă dulce sau îndulcită, strămoșii lor reprezentați în timpurile vechi geologice, au fost ființe, care trăiau în mediul marin și numai grație unei serii întregi de forme adaptate ulterior, ele au trecut, dela acest mediu, la cel de uscat și de apă dulce, în care trăiesc descendenții lor actuali.



### b) Grupa Archaică (Archeozoică) sau Agnotozoică.

Se consideră ca arhaice cele mai vechi roce, ce se cunosc în scoarța globului, formate în general de roce eruptive vechi și de șisturi cristaline, mai mult sau mai puțin profund metamorfozate, care apar numai în inima munților celor mai vechi și mai adânc tăiați de apele de scurgere.

Șisturi cristaline și roce eruptive de profunzime apar în regiunile centrale ale mai tuturor munților adânc spintecați de văi, dar nu pot fi considerate ca arhaice, decât acelea, **deasupra cărora se poate determina cu siguranță prezența stratelor cambriene.**

De asemenea, nu trebuie să ne închipuim că aceste formațiuni reprezintă resturi păstrate ale primei scoarțe solide a globului; căci având în vedere neînchipuit de lungă perioadă de timp, în care a evoluat până azi scoarța solidă a globului terestru, din cauza multor transformări la care a fost supusă, era imposibil ca părți din ea să se fi putut păstra până în zilele noastre.

În afară de aceasta, în stratele superioare ale Arhaicului, în Algonkian, se cunosc urme neîndoioase de viață, reprezentate prin forme de *Viermi*, de *Spongieri*, de *Trilobiți*, etc., cu o organizație destul de superioară, încât și de aci putem deduce enorm de lungă evoluție în timp, ce a trebuit să urmeze viața, până să ajungă la aceste forme superioare; în care durată, rocele primei scoarțe au avut tot timpul să fie transformate și retransformate de mai multe ori, până la formarea stratelor arhaice.

Considerat, în special numai din punct de vedere petrografic, Arhaicul se poate divide în două perioade: **Archeianul și Algonkianul.**

**Archeianul sau Laurențianul**, reprezintă cea mai veche formațiune cunoscută de noi din scoarța solidă a globului terestru.

Rocile ce-l constituiesc sunt în general roce eruptive granitice vechi (granite, sienite, diorite, gabrouri), în partea de bază, și din șisturi cristaline vechi (gneisuri, micașisturi), în general profund metamorfozate; la care se observă câteodată destul de neîndoios originea lor detritică și aceasta în special în partea superioară a seriei (Finlanda).

Urme de resturi organice în roce și șisturi așa de adânc metamorfozate este greu de admis că s'ar fi putut păstra. Multă vreme s'a considerat, că structura particular-alveolară, ce o prezintă unele nodule de calcare serpentinoase archeiene din Canada,



# TABLOUL FORMAȚIUNILOR PALEOZOICE

cu

## CARACTERIZĂRILE LOR PALEONTOLOGICE ȘI PETROGRAFICE

PERIOADĂ sau SISTEM	EPOCĂ sau SERIE	CARACTERISTICĂ PALEONTOLOGICĂ	CARACTERISTICĂ PETROGRAFICĂ
Perm (Ilus)	Artacolică sau Perm - Carbonifer		<div> <div>Șisturi cuprifere, argile, marnă, calcare și dolomite cu sare și gips (continental).</div> <div>Calcare și D lomite (marin).</div> </div> <div>Formațiuni glaciare în Rmiste-Gloesgloes.</div>
			<div> <div>Gresii și conglomerate roșietice (continental).</div> <div>Formațiunea cu căr-buni = Șisturi, gresii și conglomerate (continental).</div> </div> <div>Calcarul carbonifer superior cu <i>Psautia</i> (marin).</div>
Carbonifer	Carboniferul productiv	<i>Ullmannia</i> , <i>Volzia</i> , <i>Baiera</i> ; <i>Fenestella retiformis</i> ; <i>Spirifer alatus (undulatus)</i> ; <i>Productus horridus</i> ; <i>Otoceras trochoides</i> ; <i>Medlicottia Truetscholdi</i> ;  <i>Walchia piniformis</i> și <i>Callipteria conferta</i> ; <i>Archegosaurus Decheni</i> ; <i>Branchiosaurus amblystomus</i> ; <i>Blattina anthracophila</i> ;  <i>Lepidodendron</i> ; <i>Sigillaria</i> ; <i>Calamites</i> ; <i>Subsigillaria</i> ; <i>Productus giganteus</i> ; <i>Psautia cylindrica</i> ; <i>Schwagerina</i> .	Calcarul carbonifer inferior (marin).
	Culm	<i>Lepidodendron</i> ; <i>Posidonia Becheri</i> ; <i>Zaphrentis</i> ; <i>Pentamerites</i> ; <i>Productus semireticulatus</i> ; <i>Eumophalus</i> ; <i>Bellerophon bicaratus</i> ;  <i>Spirifer Verniculi</i> ; <i>Goniatites intumescens</i> ; <i>Glyptonia undulata</i> ;  <i>Calceola sandalina</i> ; <i>Spirifer speciosus</i> ; <i>Stringocephalus Hartini</i> ; <i>Uncites gryphus</i> ; <i>Pentamerus galatus</i> ;  <i>Pleurodictyum problematicum</i> ; <i>Tentaculites scalaris</i> ; <i>Spirifer paradoxus</i> ;  <i>Rastrites</i> ; <i>Monograptus</i> ; <i>Tentaculites</i> ; <i>Cardiola interrupta</i> ; <i>Pentamerus Knighti</i> ; <i>Gonphoceras bohemicum</i> ; <i>Paragynoceras Broderipii</i> ; <i>Orthoceras annulatum</i> ; <i>Favosites gollandica</i> ; <i>Halysites calcularia</i> ;  <i>Didymograptus</i> ; <i>Trinucleus Goldfussi</i> ; <i>Asaphus expansus</i> ; <i>Lituites lituus</i> ;  <i>Olenus truncatus</i> ; <i>Agnostus pisiformis</i> ;  <i>Paradoxides bohemicus</i> ; <i>Paradoxides Forchhammeri</i> ;  <i>Olenellus Kjerulfii</i> ;	<div> <div>Gresii, șisturi argiloase, calcare coraliene și calcare cu Cefalopode (marin).</div> <div>Gresii, șisturi argiloase, calcare.</div> </div> <div> <div>Gresii negricioase cu <i>Graptoliti</i>.</div> <div>Calcare reefale marine, șisturi și gresii.</div> <div>Gresii și conglomerate.</div> </div> <div>Șisturi și gresii cuarțoase cu tufuri vulcanice (dibaze și porfire).</div> <div>Conglomerate; cengl. cuarțoase (Grauwacke) gresii; cuarțite.</div>
Devonian	Mesodevonian		<div> <div>Gresii roșii vechi (Old Red), cu Pești (<i>Pterichthys</i>, <i>Cocosteus</i>, <i>Hyplocrus</i>), con-linental.</div> <div>Gresii, șisturi argiloase, calcare coraliene și calcare cu Cefalopode (marin).</div> </div>
	Eodevonian		Șisturi negricioase cu <i>Graptoliti</i> .
Silurian	Gotlandian		Calcare reefale marine, șisturi și gresii.
			Gresii și conglomerate.
Cambrian	Ordovician		Șisturi și gresii cuarțoase cu tufuri vulcanice (dibaze și porfire).
			Conglomerate; cengl. cuarțoase (Grauwacke) gresii; cuarțite.
	Polsdamian		Șisturi și gresii.
	Acadian		Șisturi.
	Georgian		Gresii, nisipuri și argile.
			Formațiuni glaciare (Norvegia, China, Australia). Sare în India (Salt-Range).



ar reprezenta resturi de viață (*Eozoon canadense*); în realitate ele nu reprezintă decât o structură petrografică a rocei calcaroase injectată cu serpentină.

S'ar putea însă considera ca provenind din materia organică a plantelor, resturile cărbunoase ce se găsesc în șisturile archeiene din Finlanda.

În general șisturile archeiene ori unde apar, ele sunt puternic dislocate și mână în mână cu cutările s'au petrecut și injecțiuni de roce eruptive, unele chiar fiind efusive. În legătură cu aceste intruziuni au luat naștere unele zăcămintele puternice de minereuri de fier și de nikel (Kiruna în Laponia).

Strate archeiene bine determinate se cunosc numai în regiunea nordică a Europei (Finlanda, Scandinavia, Scoția, etc.), și a Americii de Nord (între Marile Lacuri și Oceanul Înghețat).

Roce intrusive vechi și șisturi cristaline adânc metamorfozate se găsesc și în zonele centrale ale Alpilor, Carpaților, Himalaia, etc., însă dacă acestea sunt archeiene sau mai noi, aceasta nu se poate spune azi cu toată siguranța.

**Algonkianul**<sup>1</sup> sau **Huronianul**, conține formațiuni mai puțin metamorfozate (conglomerate, cuarțite și puține calcare), care se aștern transgresiv peste cele archeiene, și metamorfismul lor este ceva mai adânc numai în regiunile în care Algonkianul s'a păstrat concordant cu Archeianul.

Afară de transgresiunea de la baza sa, se mai observă, în Finlanda și în regiunile vecine ea și în America de Nord, trei alte discordanțe puternice între diferitele strate algonkiene, ceea ce arată că în timpul acestei lungi perioade, au avut loc puternice și repetate mișcări orogenetice, formând munți, cari în urma formării lor au și fost nivelati, ceea ce explică și marea cantitate de elemente detritice în formațiunile acestei perioade.

Aceste sisteme de munți sunt cunoscute sub numele de sisteme de cutări huronice (Fig. 225).

Conglomeratele de bază ale Algonkianului prezintă uneori (Ontario, în Canada) caracterele pronunțate ale argilelor cu blocuri, ce au sgârțeturi în diferite direcțiuni, formațiuni caracteristice ghietașurilor actuali, după care s'a tras concluzia, că și în timpul Algonkianului a fost pe pământ o glaciațiune puternică.

În stratele Algonkianului se găsesc urme de viață nelămoșoase și afară de unele calcare, care desigur sunt organogene și de unele

<sup>1</sup> După numele unui neam indian.



strate de cărbuni (antracit) groase până la 2 m (Finlanda), care nu pot reprezenta decât resturi de plante carbonizate; se găsesc urme nefindioase de **Radiolari**, de **Spongieri**, de **Viermi**, de **Crustacee** (*Trilobiți*), etc., ceea ce arată că viața era pe aceste vremuri destul de dezvoltată și dacă fosilele nu s'au putut păstra, aceasta se datorește puternicelor deformări și metamorfozări suferite de stratele Algonkianului.

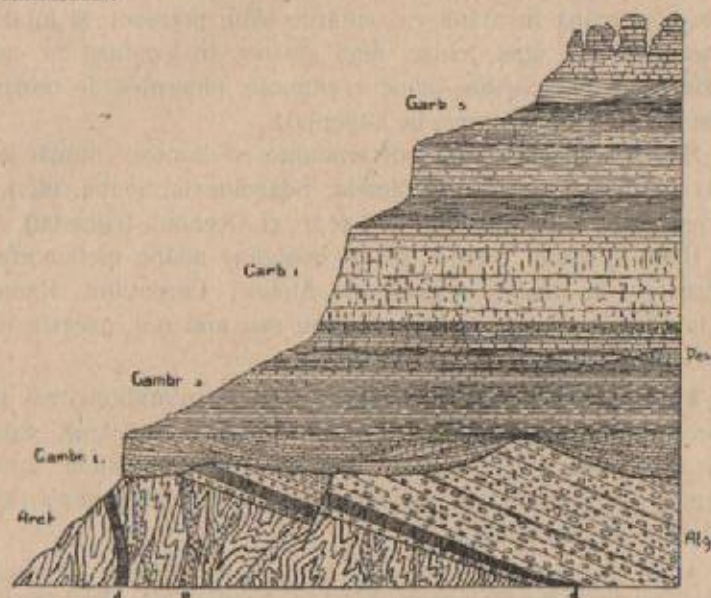


Fig. 225. — Arhaicul în regiunea râului Colorado (după Gilbert).

Stratele algonkienne, în general vorbind, însoțesc pe cele arhaice în părțile nordice ale vechiului și noului continent.

În România, poate că în întreg complexul de roci eruptive (granite) și de șisturi cristaline (gneisuri, micasisturi, șisturi filitoase) din Munții Getici și din Bănat, să se găsească cuprins în baza sa și Archeianul și Algonkianul, aceasta însă după rezultatele cercetărilor de până acum, nu se poate afirma.

### c) Grupa Primară sau Paleozoică.

Paleozoicul însumează o serie de strate detritice, organogene și de precipitare, la început numai marine, în urmă și continentale, cu predominarea conglomeratelor, a gresurilor cuarțoase și a șistu-

rilor argiloase, serie groasă de aproape 50.000 m., în care găsim chiar de la bază resturi destul de numeroase și bine conservate de plante și de animale, cu o organizație destul de superioară, însă cu caractere foarte îndepărtate de acelea ale faunei și florei actuale.

Astfel, **viața vegetală** care la începutul Paleozoicului era reprezentată numai prin câteva forme de alge marine, mai târziu și aceasta în legătură cu mărirea uscatului, este caracterizată prin o puternică și luxuriantă dezvoltare a **Criptogamelor vasculare**, care formau păduri arborescente imense. Numai către finele erei apar și cele mai inferioare dintre **Fanerogame**, cum sunt **Coniferele** și **Cicadeele**.

Deci flora paleozoică este caracterizată prin predominarea **Criptogamelor** (și lipsa completă a **Dicotiledonatelor**), **Criptogame** care azi abia dacă sunt reprezentate cu 10% în flora actuală, formată în general de **Fanerogame**.

**Vieța animală** este reprezentată în Paleozoic tot numai prin forme cu organizație mult inferioară față de cele actuale, ele aparținând în general la clase de animale nevertebrate și numai din mijlocul și către finele erei dacă apar și cele mai inferioare clase de **Vertebrate**.

Astfel, dintre **Nevertebrate** găsim: **Coralieri inferiori** (*tabulați* și *tetracoralieri*); **Echinoderme** cu forme strămoșești (*Cistidee*, *Blastoidee*, *Crinoidee* și *Paleoechinidee*); **Cefalopode** și **Gasteropode** cu forme primitive și **Crustacee** proprii, ca *Trilobiți*, cari nu supraviețuiesc acestei ere.

Cele câteva clase de **Vertebrate** inferioare, care apar în Primar, sunt reprezentate numai prin forme primitive de tot de **Pești cartilaginoși** și de **Amfibieni**, și numai mult mai în urmă și de **Reptile**; pe când **Paserile** și **Mamiferele** nu sunt de loc reprezentate.

Și după cum vom vedea din descrierea mai de aproape a subdiviziunilor sale, dezvoltarea vieții în Paleozoic și în special în partea sa superioară, prezintă cea mai mare importanță pentru evoluția viitoare a întreg lanțului vieții; căci aci, prin mărirea ariilor continentale și prin aceasta creându-se medii noi și variate de uscat, de ape dulci și salmastre, se prelucrează o adaptare a formelor așa de variată la aceste medii, având ca consecință imediată crearea de ramuri noi cu caractere colective, pregătind trecerea spre formele de viață din Mezozoic și Terțiar. Este poate cel mai important moment în lanțul vieții în general.



**Diviziunea stratelor Paleozoicului** se face atât după caractere petrografice cât și paleontologice, în următoarele 5 perioade: **Cambrian, Silurian, Devonian, Carbonifer și Permian**; ultimele două unite uneori sub denumirea de **Permo-Carbonifer sau Antracolitie**.

**Cambriannul**<sup>1</sup> — La începutul Paleozoicului găsim, din punct de vedere paleogeografic un uscat nordic — Uscatul Nord-Atlantic —, care unea nordul Europei prin Scandinavia și Groenlanda cu Canada, continent pe care crestele Munților Huronieni însemnau creste orografice, la picioarele sudice ale cărora veneau să se isbească valurile mării cambriene. În aceste ape s'a sedimentat o serie puternică de mai multe mii de metri de conglomerate, de gresii și de șisturi argiloase, uneori cu intercalațiuni de calcare. Aceste strate au fost de cele mai multe ori puternic dislocate și pe alocurea chiar metamorfozate (vezi fig 225 pag. 314 și fig. 253).

Depozitele mării cambriene conțin o destul de bogată faună de nevertebrate inferioare ca organizație și exclusiv marine.

După resturile fosile rămase, fauna cambriană apare caracterizată prin **Brachiopode** nearticulate, cu coehilia cornoasă și prin **Trilobiți**,<sup>1</sup> în general lipsiți de ochi și de proprietatea de a se



Fig. 226. — *Agnostus pilsbryi*, Cambrian. — Fig. 227. — *Olenellus Kjerulfii*, Cambrianul inferior.



colăci pe fața ventrală. Între aceștia găsim caracteristice genurile: *Agnostus* (Fig. 226) care trăiește în tot Cambrianul, ajungând până în baza Silurianului; *Olenellus* (Fig. 227) caracteristic pentru Cambrianul inferior (Georgian); *Paradoxides* (Fig. 209 pag. 292), pentru cel mijlociu (Acadian) și *Olenus* (Fig. 288), pentru cel superior (Potsdamian). În partea sa superioară apar și **Graptoliți** (*Dictyograptus*).

Natura detritică (gresii și șisturi) predominantă în sedimentele Cambrianului, arată că ele s'au depus în regiuni marine puțin adânci și în tot cazul sub influența directă a distrugerii țărmurilor Continentului Nord-Atlantic.

<sup>1</sup> Cambria, Wales Anglia).

Judecând după totalitatea faunei cambriene cunoscută până azi, se pare că, cel puțin pentru Emisferul de Nord, în Cambrian erau două mări; una care ocupă răsăritul Americii de Nord, Europa și Siberia și alta, care ocupă regiunile pacifice ale Americii, Chinei și Australiei; mări separate desigur prin o creastă continentală nord-sudică, care împedea schimbul reciproc de forme marine.

În mai multe puncte din scoarță (Norvegia, China, Australia de Sud) s'au găsit și în baza Cambrianului depozite glaciale caracteristice; fapt care stă de sigur în legătură cu marea înălțime a M-ților Huronieni și care ar putea întrucâtva explica și sărăcia formelor de Coralieri recifali și a formelor cu scoică calcaroasă groasă, care apar abundant în Silurian și care se știe că pentru dezvoltarea lor în condițiuni bune, au nevoie de o climă tropicală, care pare să nu fi domnit pe toată suprafața globului în Cambrian. În regiunile mai sudice, cum pare a fi fost în regiunea Salt-Range din India, unde găsim depozite de sare în baza Cambrianului, pare a fi domnit o climă caldă și uscată de pustie.



Fig. 228. — *Olenus truncatus* — Cambrianul superior.

**Silurianul**<sup>1</sup> se deosebește mult de Cambrian prin o dezvoltare mult mai mare și ca roce și ca forme de viață. Astfel, ca roce pe lângă gresii și șisturi argiloase cu intercalațiuni de tufuri și de lave vulcanice (diabase și porfire, în baza Silurianului din Anglia), se găsesc numeroase calcare recifale bogate în resturi de Molusce **Lamelibranchiate** și **Gasteropode**. O deosebită importanță stratigrafică au în Silurian și formațiunile pelagice, cu o răspândire universală, cum sunt șisturile cu **Graptoliți** și cu **Radiolari**, ca și calcarele cu **Cefalopode**.

În unele regiuni întreg Silurianul este reprezentat numai prin șisturi cu **Graptoliți** și prin calcare cu **Cefalopode**, ceea ce a permis o foarte amănunțită diviziune a stratelor sale (Anglia, Scandinavia, Rusia, Siberia și America de Nord). Numai în Europa mijlocie și sud-vestică (Bohemia, Alpi, Germania vestică, Franța, Italia și Spania) stratele Silurianului sunt sărace în astfel de formațiuni, ele fiind depuse probabil în mări puțin adânci și presărate cu insule, cari judecând după asemănările faunistice, erau în strânsă legătură cu marele ocean periarctic. Acest ocean înconjură uscatul Nord-Atlantic, trecând mult peste limitele-

<sup>1</sup> Vechii Siluri, un popor celtic din Anglia vestică, pe timpul Romanilor.



Cambraniului; iar spre Sud era limitat de două alte continente, unul ecuatorial (Africa centrală și Sudul Asiei) și altul pacific, la care se lega și o bună parte din nordul-estul Asiei.

În Silurian apar și roce de precipitare cu gips și sare (Siberia și Statele Unite), care denotă că în părțile acestea a domnit o climă caldă și uscată ca de pustie.

În regiunile unde s'a putut bine studia Silurianul, se observă o destul de puternică discordanță între jumătatea superioară și cea inferioară a straturilor sale (America de Nord), după care această perioadă s'a divizat în 2 epoci, cea inferioară numită **Ordovician** și cea superioară **Gotlandian**, care în multe părți (Podolia) este transgresiv (mult mai extins).



Fig. 229. *Trinucleus Goldfussi* — Silurian. Infer. (Ordovician).



Fig. 230. *Asaphus expansus* — Silurian. infer. (Ordovician).



Fig. 231. *Illaenus angustifrons* — Silurian. infer. (Ordovician).

Comparativ cu cea cambriană, fauna siluriană apare înzecit mai numeroasă ca forme și mult superioară ca organizație.

Astfel **Trilobiții** ating cel maximul lor de dezvoltare, posedând de data aceasta ochi, precum și facultatea de a se încolăci în jurul feței ventrale. Între cele mai caracteristice forme de Trilobiți găsim: genul *Trinucleus* (Ordovician) cu o mare dezvoltare a scutului, având două mari prelungiri laterale, atât trunchiul (format din 6 inele) cât și coada fiind puțin dezvoltate (Fig. 229); genul *Asaphus* (Ordovician), cu capul și coada egal dezvoltate, cu axul trunchiului format din 8 inele cu pleurele bifurcate, axul pătrunzând și spre cap și spre coadă (Fig. 230), și genul *Illaenus* (în tot Silurianul), cu capul și coada de asemenea egal dezvoltate, însă cu trunchiul neted și pronunțat bine numai în zona celor 10 inele ale sale (Fig. 231).

Foarte caracteristici sunt însă **Graptoliții** (vezi Fig. 180 pag. 279) și se constată că dintre aceștia, în Silurianul inferior, se găsesc reprezentați mai ales cei cu coloniile ramificate, ca *Didymograptus*, pe când în cel superior prin colonii neramificate de *Monograptus* și *Rastrites*.

**Coralierii** sunt dintre cei **tabulați** ca *Favosites* și *Halysites* (Gotlandian) și ei construiesc recifi coralieri destul de importanți (vezi Fig. 173 și 174 pag. 277).

Între Echinoderme, tipul **Cystideu** (vezi Fig. 183 pag. 280) și **Blastoideu** din Silurianul inferior este înlocuit prin **Crinoide** în cel superior. **Brachiopodele** prezintă un progres însemnat, căci pe lângă forme nearticulate (*Lingula*), se dezvoltă și formele calcareoase și articulate (*Orthis*, *Chonetes*, *Rhynchonella*, *Pentamerus* Fig. 232). Dintre **Lamelibranchiate** caracteristică este specia *Cardiola*



Fig. 232. — *Pentamerus Knighti* — Silurianul superior (Gotlandian).



Fig. 233. — *Cardiola interrupta* — Silurian superior (Gotlandian).

*interrupta* (Gotlandian), ușor de distins prin aspectul reticulat ce-i dau coastele radiale întretăiate de șanțuri circulare (Fig. 233). Dintre **Gasteropodele** pelagice, se găsesc numeroase resturi de *Tentaculites* (vezi Fig. 198 pag. 287), foarte răspândite în Silurianul superior. O importanță evolutivă deosebită prezintă **Cefalopodele nautiloidee** care apar în Silurianul inferior cu forme gigantice, drepte, de *Orthoceras* (vezi Fig. 200 pag. 288) și mai ales de *Endoceras* cu sifonul lateral și de *Lituiles*, (Fig. 234) care deși are primele camere răsucite în spirală, se îndreaptă apoi, luând în total forma unei cărje pastorale. În Silurianul superior formele drepte de Nautiloidee sunt însoțite și de forme curbe de *Cyrtoceras* (vezi Fig. 200 pag. 288), dintre care unele au deschiderea orală îngustată, ca: *Gomphoceras*, drept (Fig. 235) și *Phragmoceras*, curb (Fig. 236).



Cel mai important punct în dezvoltare îl atinge fauna siluriană însă în Gotlandian când apar și Vertebratele, reprezentate prin **Peștii placodermi** ca: *Cephalaspis* și *Pteraspis* și **Peștii Selaciieni** (*Onchus*).

În România, afară de unele forme de **Coralieri** rulați împreună cu alte elemente conglomeratice găsite în conglomeratele cretacee din Bucegi și din Ceahlăul și care provin probabil din Platforma Podolică, unde Silurianul apare dealungul Nistrului, sau din vreo prelungire a Sudeților, distrusă azi complet, Silurianul nu se cunoaște reprezentat. Se bănuiește însă, că



Fig. 234. — *Lituites lituus* — Silurian, infer.or. (Ordovician).



Fig. 235. — *Gomphocras bohemicum* — Silurianul superior. (Gotlandian).

el ar fi reprezentat, în parte, în **sisturile cristaline verzi** din Dobrogea.

La finele Silurianului încep a se face simțite mișcări orogenetice puternice, care se continuă și în baza Devonianului, dând naștere la sistemele de „**Munți numiți Caledonieni**“.



Fig. 236. — *Phragmoceras Broderipi* — Silurianul superior (Gotlandian).

**Devonianul**<sup>1</sup> prezintă cam aceleași forme de viață ca și Silurianul, fără ca în timpul său viața în general să prezinte progrese mai însemnate. Totuși unele dintre ele dispar sau regresează, pe când altele prezintă forme noi.

Astfel **Graptoliții** dispar complet. **Trilobiții** sunt în completă regresie, pe când **Crinoidele** iau o mare dezvoltare. Pe lângă formele **Nautiloidee** cari intră în regresie, apar **Amonoideele**. Deasemenea **Peștii** prezintă progrese însemnate, apărând totdeodată și **Dipnoi**, cari fac trecerea în privința modului de respirație către **Amfibieni**.

<sup>1</sup> Devonshire, în Anglia.

Din punct de vedere petrografic Devonianul se deosebește mult de Silurian, prin dezvoltarea mare ce o iau faciesurile continentale, din cauza măririi Uscatului Nord-Atlantic în timpul puternicilor cutări dela începutul acestei perioade, când s'au format **Munții Caledonieni**.



Fig. 237. — *Pleurodictyum problematicum* — Devonianul infer.



Fig. 238. — *Calceola sandalina* — Devonianul mediu.

Astfel începând din Podolia (valea Nistrului) și trecând peste regiunile baltice, Marea Britanie și până în Canada, găsim Devonianul reprezentat prin gresii roșietice, **Gresia roșie veche** (Old Redstone) a Englezilor, cu caracter pronunțat de formațiune continentală, în parte de stepă sau de pustie; gresie care conține afară de câteva resturi de Crustacee, foarte numeroase resturi de **Peștii placodermi** și de resturi de **Plante**.



Fig. 239. — *Spirifer speciosus* — Devonianul mijlociu.



Fig. 240. — *Spirifer Verneuxi* — Devonianul mijlociu.

Acest facies continental separă în două Devonianul marin, care se întinde pe de o parte, din vestul Europei până în Asia centrală și în Siberia; pe de alta, în Statele Unite și America de Sud și care începe în general transgresiv numai cu Devonianul mijlociu.

În regiunile unde faciesul marin este complet dezvoltat, Devonianul începe prin conglomerate și sisturi filitoase (Dev. inf.), peste care urmează o succesiune de calcare coraliene și de marne (Dev. mediu), acoperite cu calcare cu *Goniatiți* și de gresii, de sisturi și de calcare cu *Climenii* (Dev. super.).



Printre formele caracteristice perioadei devoniene se citează: între **Coralierii** tabulați; genul *Pleurodictyum* (Dev. infer.) cu celule mici poligonale fixate în general pe un schelet străin vermiciform (Fig. 237); între **Tetracoralieri** genul *Calecola* (Dev. med.) cu forma ca un vârf de opincă, astupată cu un căpăcel (Fig. 238); dintre **Brachiopode**, genul *Spirifer* cu aripile dezvoltate lateral, cu specii caracteristice celor trei subdiviziuni, ca: *Sp. paradoxus*, *Sp. Mercurii*, în Dev. infer.; *Sp. cultrijugatus* și *speciosus* (Fig. 239) în



Fig. 241. — *Stringocephalus Burtini*. — Devonianul mijlociu.



Fig. 242. — *Clymenia undulata*. — Devonianul superior.



Fig. 243. — *Pterichthys* (Old. Red.).

cel mijlociu și *Sp. Verneuli* (Fig. 240.) în cel superior; precum și genurile *Uncites* și *Stringocephalus* (Dev. mediu, Fig. 241). Dintre **Cefalopode** genurile *Goniatites* (vezi Fig. 202) și *Clymenia* (Fig. 242), ambele în Dev. super., foarte răspândite, cel din urmă caracterizat prin poziția sifonului în apropierea păretelui intern (dorsal) al spiralei cochiliei.

În tot Devonianul continental, dar mai ales în partea sa superioară, Peștii prezintă o mare dezvoltare, cu genurile *Osteolepis* și *Holoptychius*, dintre **Crossopterigieni**, și *Pterichthys* (Fig. 243), *Asterolepis* și *Bothriolepis*, dintre **Placodermi**. În același timp apar forme noi de **Dipnoi** cu genul *Dipterus*, în felul lui *Coratodus* de azi; precum și forme de **Squali**.

Flora devoniană e puțin însemnată și în special cea de uscat seamănă cu flora din Carbonifer.

În România Devonianul este reprezentat în șisturile argiloase-calcareoase, puțin metamorfozate din Munții Măcinului (Dobrogea) și în M-ții Poiana Ruscă dintre Deva și Lugoj (Transilvania).



Fig. 244. — O pădure din Carbonifer (după Paton).

**Carboniferul**<sup>1</sup>. În timpul acestei perioade, cel puțin în jumătatea sa superioară, arile continentale în legătură cu vechiul continent Nord-Atlantic, iau o mare dezvoltare, mărind care prilejește pe lângă adaptațiuni variate și o puternică, și lăscuriantă dezvoltare a vieții vegetale de uscat, și prin aceasta lanțul vieții în general face un bun pas înainte.

<sup>1</sup> Numită astfel din cauza importantelor depozite de cărbuni ce cuprind stratele sale.



Astfel, viața animală pe lângă formele de **Pești** devonieni, se îmbogățește prin dezvoltarea **Amfibienilor**, ființe cu respirație dublă, de apă și de uscat, având o formă cu 4 picioare ce ar



Fig. 245. — *Calamites cruciatus*. — Carboniferul superior.

putea fi cuprinsă între aceea a **Salamandrelor** și **Crocodililor**, pregătind astfel trecerea spre **Reptile**, cum sunt **Stegoccephali**, cu capul osos și cu solzi pe pânțele. În legătură cu viața de uscat se dezvoltă numeroase **Artropode**, ca: **Insectele**, **Miriapodele** și **Paianjenii**.

Dintre formele de animale marine apărute mai înainte, **Foraminiferele** cu genurile *Fusulina* (fusiformă) și *Schwagerina* (globuloasă), ca și **Crinoizii**, iau o foarte mare dezvoltare. Tot astfel și unele genuri de **Brachiopode** (*Productus*), și de **Gasteropode**

(*Bellerophon*, *Euomphalus*). Dintre **Cefalopode** genul *Goniatites* prin complicarea liniei lobilor, complicate care contribuie mult la mărirea rezistenței cochiliei animalului, pregătește trecerea spre formele de **Ammonoidee** triasice (*Ceratites*).

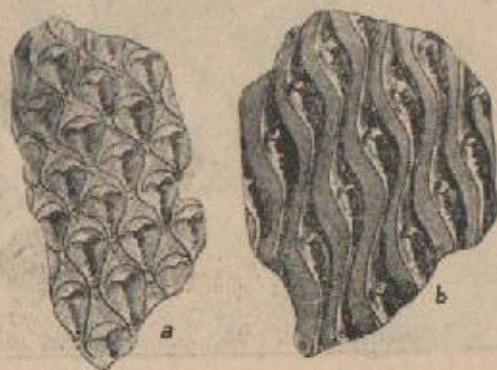


Fig. 246. — *Lepidodendron Volkmanni*, a); *Lepidodendron Veltkei*, b). — Carboniferul inferior (după Potonié).

**Trilobiții** dispar aproape complet, rămânând reprezentată numai prin 2 genuri.

Însă cea mai mare influență a mării suprafeței uscatului se resimte asupra vieții vegetale.

Clima de stepă ori de pustie aridă și uscată, care stăpânește uscatul Nord-Atlantic încă din Silurian și care pregătise un sol

îmbelșugat în substanțe chimice nutritive, se schimbă complet la mijlocul Carboniferului. Din cauza mișcărilor orogenetice, care ridică puternice creste muntoase, din climă de stepă și pustie, ea devine o climă umedă, ploioasă și dulce, care fecundând bogatul sol de stepă, prilejește dezvoltarea celei mai exuberante vegetații ce s'a dezvoltat vreodată pe uscatul terestru (Fig. 244).

În special, în regiunile mlăștinoase se dezvoltă o extraordinar de bogată în forme și de răspândită floră de **Criptogame** și, între acestea, **Criptogamele vasculare** constituie păduri imense de indivizi arborescenți, ale căror dimensiuni (*Sigillaria*) întreceau poate pe mulți din cei mai falnici stejari ai pădurilor noastre actuale.



Fig. 247. Portal unui *Lepidodendron*. Carbonifer. (după Potonié).



Fig. 248. *Sigillaria elongata*. Carboniferul superior.

Astfel, pe lângă numeroasele **Ferigi** ierboase ca *Sphenopteris*, *Pecopteris*, *Neuropteris*, care prin organele lor de reproducere fac trecerea spre **Fanerogamele Gymnosperme** (*Cycadee*), din care cauză au și fost separate într'un grup aparte — **Cycado-feliceenele**: — se dezvoltă genul *Calamites* (Fig. 245) arborescent, de forma *Equisetaceelor* actuale, striat longitudinal pe întinoduri și cu urme în rozetă pe locul unde se prindeau ramurile la noduri; genul *Lepidodendron* (Fig. 246 și 247) cu trunchiul nu prea înalt, ramificat dichotomic ca *Lycopodiul* actual, purtând pe scoarță ciurioase cicatrice rombice pe locurile unde au fost inserate frunzele; și genul *Sigillaria* (Fig. 248 și 249) cu port de palmier,



trunchiul său neramificat, gros de 1 m. și înalt de 30 m. și cu un pământ de frunze săbiute în vârf, prezintă pe coaje cicatricele de inserție ale bazei frunzelor căzute, de forma unor pecetii (Sigillum = pecetie) ovale, aplicate în serii verticale și separate în

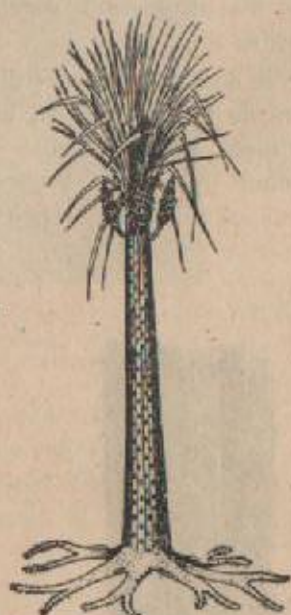


Fig. 249. Portul unei *Sigillaria* (trunchiul cu frunze, fructificații și rădăcini = *Stigmaria*). Carbonifer.



Fig. 250. *Productus giganteus*. Carboniferul inferior (Culm).



Fig. 251. *Productus semireticulatus*. Carboniferul superior.

șiruri prin dungi longitudinale. În pământ *Sigillaria* se fixă prin rădăcini ramificate tot dichotomic, de pe care se desprindeau rădăcioarele, ale căror urme au lăsat niște cicatrice rotunde ca niște stigmat (Stigmaria).



Fig. 252. *Spirifer striatus*. Carboniferul superior.

Afară de formele acestea caracteristice de Criptogame vasculare, care apar în tot Carboniferul, ca fosile conducătoare avem, mai ales dintre nevertebratele marine genurile: *Fusulina* (vezi Fig. 169, pag. 275) și *Schwagerina* (pentru Carboniferul supe-

rior), genul *Zaphrentis* (vezi Fig. 175, pag. 278) dintre Tetracoralieri și genul *Pentremites* (Fig. 184, pag. 281) dintre Echinoderme [pentru Carb. inferior (Culm)]; genurile *Euomphalus* și *Bellerophon* (Fig. 196, pag. 286) dintre Gasteropodele cu melcul răsucit într'un singur plan, în (Carb. infer.); numeroase specii de *Productus* ca: *Prod. giganteus* (Fig. 250) în Culm și *Prod. semireticulatus* (Fig. 251) în Carb. super. și unele specii de *Spirifer* *Sp. striatus*, în Carb. superior (Fig. 252).

În Anglia, Franța, Belgia și Germania, unde Carboniferul a fost mai bine studiat, stratele sale sunt susceptibile de a fi împărțite în două serii: Una inferioară, marină, numită Culm, formată în general din gresii, din conglomerate gresoase și din calcare recifale cu numeroase Molusce, în regiunea litorală și din sisturi cu Goniatiți și cu Radiolari, în regiunile mai adânci (Fig. 253).



Fig. 253. — Basinel carbonifer franco-belgian, puternic dislocat (din Wagner)  
1. Carboniferul productiv  
2. Calcar carbonifer  
3. Devonianul superior și mijlociu  
4. Devonianul inferior  
5. Silurian  
6. Cambrian  
7. Falie cu încălecare.

Peste Culm urmează seria superioară a Carboniferului productiv, continentală, constituită din gresii și din sisturi argiloase, puternic dezvoltate, care conțin numeroase și uneori foarte groase intercalațiuni de cărbuni (hulă și antracit). Stratele de cărbuni sunt de cele mai multe ori formate numai de cărbune curat, fără amestecuri pămâtoase, încât ne arată că ele s'au format pe loc în zone întinse de păduri mlăștinoase, iar nu prin transportarea resturilor de plante de apele curgătoare, care ar fi adus odată cu ele și materii pămâtoase. Alternanța ce se observă pe unele locuri între stratele continentale cu cărbuni și între stratele pur marine, arată că regiunile continentale pe care s'au depus stratele cu cărbuni, erau regiuni joase, mlăștinoase, care la cele mai slabe mișcări epirogenetice ale țării erau ori acoperite de apele marine, ori exondate.

Nu în toate părțile globului Carboniferul superior este dezvoltat cu faciesul continental, ci în unele regiuni, ca în Rusia răsăriteană, în sudul Asiei, în nordul Americii de Nord, în America centrală și sudică, el este marin și în special format de calcare cu Fusuline.

În Statele Unite (500.000 km<sup>2</sup>), în nordul și centrul Europei



(numai Anglia cu Scoția 80.000 km<sup>2</sup>), în Siberia, dar mai ales în China nordică, Carboniferul productiv ocupă regiuni întinse, formând rezerve mari de combustibil pentru industria mondială.

Stratele Carboniferului prezintă în total o grosime de câteva mii de metri, între care se găsesc intercalate și lave și tufuri vulcanice. Afară de roce efuzive, au apărut în Carbonifer și roce granitice și desigur granitul de pe marginea meridională a Munților Olteniei, care metamorfozează în parte Carboniferul productiv dela Schela—Porceni—Larga Stăncești—Novaci—Polovragi și Lainici—în Gorjiu, prefăcându-l pe unele locuri în grafit (Drăgoești—Novaci—Baia de Fier); cel din Dobrogea de Nord; ca și massivele granitice din Munții Apuseni (M. Bihorului și Gilăului), și-au făcut apariția către finele Carboniferului, începutul Permianului.

Aparițiunile acestora de roce eruptive stau în strânsă legătură cu importante fenomene orogenetice ce s-au desfășurat în Carbonifer.

Între Culm și Carboniferul productiv încep să se ridice munți puternici — **Catenele herciniene sau varisee**, — care brăzdează Europa centrală și meridională cu creste de munți, cari astăzi sunt în mare parte șterși, înbucătăți, ori înglobați în sistemele de cutări mai noi.

Din catenele varisee au mai rămas azi numai câteva crâmpce, ca: o ramură **armoricană** în Bretagne și una **variscă** în Vosgi și Pădurea Neagră, unindu-se ambele în Platoul Central francez. Din Munții Pădurea Neagră ramura variscă, prin o arcuire în jurul Platoului Bohemiei, se legă cu Sudeții și Munții Sandomirului, cari pe atunci se legau prin Munții Dobrogei de Nord și Crimeea cu cei din Asia, prelungire întreruptă azi între Silezia și Dobrogea prin culele carpatice. Deasemenea în Alpi, în Carpați (în Bănăt și în Gorj), în Munții Apuseni, în Pirinei, în Himalaia, etc., deși formați ulterior se observă în structura lor noduri mai vechi varisee, resturi de ale cutelor din Carbonifer, reluate și înglobate în cutările de mai târziu.

Mărirea ariilor continentale în Carboniferul superior se datorește acestor puternice cutări, prilejind astfel o completă schimbare de climă și prin aceasta exuberanța florei criptogamice, a cărei răspândire uniformă dela Ecuator și până la Polul Nord, arată că cel puțin în Emisferul de Nord domnea o climă caldă și umedă (tropicală). Descoperirea prezenței fenomenelor de glaciațiune, în partea superioară a Carboniferului superior (Permianul inferior) din

Emisferul de Sud, și în raport cu aceasta, prezența florei de climă rece cu *Glossopteris*, care se dezvoltă mai ales în perioada următoare; arată că cel puțin către finele Carboniferului, în regiunea continentală a Emisferului sudic domneau condițiuni climatice cu totul diferite de cele din Emisferul de Nord, datorită de sigur înălțimii mari la care se ridicaseră zonele continentale sudice.

**Permianul**<sup>1</sup> privit atât din punctul de vedere paleontologic cât și din cel petrografic și tectonic, prezintă așa de strânse legături cu Carboniferul, încât mulți geologi și cu drept cuvânt, le unesc laolaltă pe amândouă, sub o denumire comună de Permo-Carbonifer sau Antracolic.

Cu viață, în Permian, pe lângă **Amphibienii Stegocephali** ca *Branchiosaurus* sau *Protriton* (vezi fig. 213) și *Archegosaurus* (Perm. infer.), găsim pentru prima dată reprezentate și **Reptilele** propriu zise, prin două feluri de forme; unele **Rhynchocephale**, în felul șopărelor actuale, cu genul *Palaeohatteria* și altele **Theromorphe** cu genul *Naosaurus*, reprezentând reptile de uscat greoaie, cu dinți puternici înfiți în alveole și diferențiați, ca formă, întocmai ca ai mamiferelor actuale (incisivi, canini și molari).

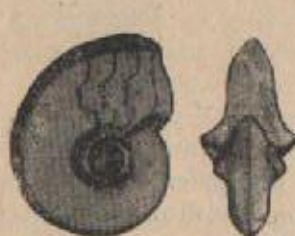


Fig. 254. — *Otoceras trochoides* — Permianul superior.

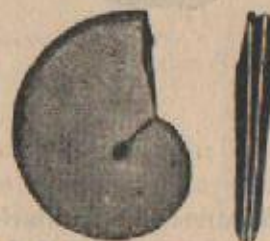


Fig. 255. — *Mellicottia Trantscholtzi* — Permian superior.

**Trilobiții** dispar aici cu desăvârșire; pe când dintre **Cephalopode** pe lângă formele de **Nautiloidee ornamentate** și pe lângă **Goniatiți**, se dezvoltă **Amonoideele superioare** cu linia lobilor destul de complicată. Dintre aceste forme de Amonoidee pentru Permian caracteristice sunt: genul *Otoceras* (Fig. 254), având forma discoidală, cu marginea externă ovală, cu omilicul în formă de ureche, mărginit de o ridicătură a cochiliei, și având linia lobilor de forma ceratitică, și genul *Mellicottia* (Fig. 255), discoidal, cu

<sup>1</sup> Guvernământul Perm, în Rusia.



sudură amonitică și complect involut, având în lungul liniei ventrale (externe) un șanț mărginit de două ridicături. Ambele aceste genuri au trăit în Permianul superior.



Fig. 256. — *Spirifer undulatus* (alatus) — Permianul superior.

In general însă fauna de nevertebrate posedă aceleași forme ca și în Carbonifer, cum sunt *Fusulinele*, *Spiriferii* și *Productii*, cele două genuri din urmă având speciile: *Spirifer undulatus* (alatus) (Fig. 256), și *Productus horridus* (Fig. 257), caracteristice pentru Permianul superior. Tot pentru Permianul superior mai este caracteristic și Briozoarul *Fenestella retiformis*, (Fig. 258).



Fig. 257. — *Productus horridus* — Permianul superior.



Fig. — 258. *Fenestella retiformis* — Permianul superior.

Flora criptogamică permiană în trăsături generale se aseamănă, mai ales la început, cu cea carboniferă. Cu toate acestea *Lepidodendreele* și *Sigillarieele* aproape dispar, dintre cele din urmă existând numai *Subsigillarieele*, ale căror cicatrice poligonale nu mai sunt separate prin dungi longitudinale.

Cel mai răspândit gen de Criptogame în Permian este însă genul *Callipteris*. În general considerată flora permiană se îmbogățește prin apariția primelor *Fanerogame* și anume: *Cicadeele* cu genurile *Medullosa* și *Pterophyllum*, și *Coniferele* cu genurile *Walchia*, *Ullmannia*, *Volzia* (Fig. 259) și *Baiera*.

În Emisferul sudic pentru Permian este foarte caracteristică flora cu *Glossopteris*, care în general este o floră de climă rece datorită glaciațiunii ce domnea în acest emisfer încă de la finele Carboniferului.

Și pe când în Emisferul de Sud în Permian s'au dezvoltat ghietați cari au lăsat puternice morene de fund, în Emisferul de

Nord peste continentul nordatlantic, mult mărit acum, domnea o climă uscată și caldă de deșert, sub influența căreia, prin evaporatia intensă a mărilor și brațelor de mări interne s'au depus cele mai importante depozite de sare și de gips din Europa (Germania).

Astfel dar, în afară de faciesul glacial ce predomină în Emisferul de Sud, din punct de vedere petrografic, în Permian se mai disting încă alte două faciesuri: unul de mare deschisă, constituit în general din calcare cu Cefalopode și cu Fusuline, mare ce se întindea din regiunea mediteraneană actuală peste Asia Mică și Himalaia, și altul, continental și de mări secundare interne, format, la bază, numai din conglomerate și gresii roșii — Gresia roșie nouă sau New Red — al Englezilor. Aceste formațiuni continentale, cu numeroase resturi de plante de uscat, de Artropode și de Pești, trec la partea superioară la depozite de mare internă continentală, în care s'au depus marne, calcare dolomitice sărace în resturi de viață marină și argile cu puternice depozite de gips, cu massive de sare și cu săruri de potasiu (vezi Fig. 45, pag. 98).



Fig. 259. — *Volzia heterophylla*, Permian.

Faciesul acesta continental fiind complect dezvoltat în Germania, a fost aici mai bine studiat și pe baze petrografice mai ales, a fost divizat în două serii: cea inferioară, continentală cu gresia roșie nouă, numită *Rotliegendes* și cea superioară, reprezentată printr'un facies de mare internă, pe cale de desecare prin concentrațiune, numit *Zechstein*.

În regiunea Alpilor, în Munții Apuseni și în Carpați, ca și în Dobrogea nordică, Permianul inferior este format în mare parte din conglomerate roșcate, uneori roș-violacee (Carpați), numit *Verrucano*.

Numeroasele intercalațiuni de sare în Zechsteinul superior din Germania (Fig. 45, pag. 98), arată că marea internă și brațele lagunare, care sub stăpânirea unei clime de pustie au depus sarea în cantități așa de importante, au avut către finele Permianului dese comunicări cu marea deschisă de mai la Sud, datorită variațiunilor de țărnm provocate de mișcările epirogenetice. Aceste mișcări repetate de înaintare peste el și de retragere a oceanului permian de pe Continentul Nord European, se vădese și mai bine în



ținutul Perm din Rusia, unde se observă dese alternanțe între formațiuni de apă dulce (continentale) și formațiuni marine.

Ca mărturii ale activității vulcanice din timpul Permianului, în jumătatea sa inferioară, se găsește pe alocurea și intercalațiuni de tufuri și de lave porfirice.

#### d) — Grupa Secundară sau Mezozoică.

Formațiunile mezozoice cu o grosime totală de mai multe mii de metri, prezintă numeroase caractere distinctive de cele paleozoice, atât din punct de vedere petrografic cât și din acela al formelor de viață.

Astfel, dacă în Primar predominau conglomerate, gresii, cuarțite și șisturi silicioase și argiloase; în Secundar predomină calcarele, marnele și gresile calcaroase.



Fig. 240. — Urme de pași de *Chirotherium* Triasicul inferior.

Deosebirea aceasta este și mai pronunțată din punct de vedere al vieții. Căci odată cu dispariția Trilobiților, a Coraliilor tabulați și tetracoraliilor, a Cystideelor, a Peștilor placodermi și a Lepidodendreeilor și Calamarielor, dispare și caracterul acela străvechi, ce aceste forme de animale și de plante imprimau vieții paleozoice. Din contră, prin apariția tuturor claselor de Vertebrate, care se completează cu Peștii osoși, cu Păsări și cu Mamifere; prin marea dezvoltarea ce o iau Hexacoraliile cari trăiesc și azi, și prin dezvoltarea cea mare ce iau Gymnospermele și Angiospermele mono- și dicotiledonate, i-se imprimă vieții mezozoice un caracter tot mai apropiat de cel actual.

Totuși în Mezozoic găsim și caractere paleontologice particulare, care-l fac să țină mijlocia între viață străveche și cea apropiată de timpurile actuale. Astfel Amonitii cari abia apăruseră la finele Primarului, iau cea mai mare dezvoltare în Secundar, dispărând fără urmă odată cu el. Tot astfel Belemnitiile, apar, se dezvoltă și dispar în Secundar; pe când Brachiopodele și Crinoidele, ambele foarte dezvoltate în Primar, sunt în completă regresie, locul lor fiind luat de Lamelibranchiate și de Echinide, cari iau o mare dezvoltare în Mezozoic.

Succesiunea de strate mezozoice se desparte în general în trei mari perioade: **Triasic**, **Jurasic** și **Cretacic**, fiecare prezentând caractere paleontologice și petrografice destul de ușor de remarcat.

Mezozoicul nu este lipsit nici de mișcări orogenetice și nici de erupțiuni vulcanice, căci mare parte din munții actuali ai Europei centrale (Alpii, Carpații, etc.), își au începuturile în Secundar și în legătură cu formarea lor au apărut și puternice massive de roce eruptive granitice și porfirice.

**Triasicul** este numit astfel din cauză că faciesul germanic, continental, se poate divide în trei serii, petrografice bine definite; la bază **Buntsandstein** (gresia vârgată); la mijloc **Muschelkalk** (calcarul cochilifer) și la partea superioară **Keuper-ul** (marnele irizate).



Fig. 261. — *Euerinus liliiformis* — Triasicul mijlociu.



Fig. 262. — *Terebratula vulgaris* — Triasicul mijlociu.



Fig. 263. — *Terebratula gregaria* — Triasicul superior.



Fig. 264. — *Avicula contorta* — Triasicul superior.



Fig. 265. — *Monotis salinaria* — Triasicul superior (alpin).

Faciesul acesta germanic foarte răspândit pe regiunile continentale, întinse, ce existau încă din timpul cutărilor varisice dela finele Paleozoicului, nu reprezintă decât depozitele continentale și lagunare și numai în caz de ingresiuni mai mari el conține și sedimente pur marine. Apele marine triasice ocupau însă în timpul acesta o zonă geosinclinală largă în sudul Europei și Asiei, care trecea peste Spania, Italia, Alpii Orientali, Peninsula Balcanică, Țările Românești, Africa nordică, Asia Mică, Himalaia și Indochina.



pe unde se legau cu al doilea geosinclinal marin, ce înconjură ca un brâu regiunea ocupată azi de Oc. Pacific. În aceste geosinclinale se sedimentau formațiuni curat marine, gresii și argile, calcare recifale și în special calcare dolomitice.

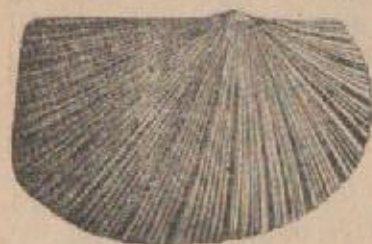


Fig. 266. — *Dacnella Lommeli*  
Triasicul mediu alpin.

multe rădăcini, aparțineau formelor celor mai inferioare de Mamifere marsupiale.

Dintre formele pur marine, Gasteropodele, Lamelibranchiatele și Brachiopodele triasice, deși prezintă unele forme foarte caracteristice pentru cele trei serii, păstrau încă întru câțiva pecetea formelor paleozoice. În schimb însă mările triasice sunt populate de forme noi de Amoniți, de Crinoizi cu articulații mobile, de Echinizi reguțați și de Hexacoralieri, cari marchează bine diferența între Paleozoic și Mezozoic.

Între formele acestea de animale sunt unele reprezentate prin specii caracteristice Triasicului.

Astfel, între Crinoide este *Encrinurus liliiiformis* (Fig. 261), cu caliciul scurt cu 5 brațe bifurcate, suportat pe un picior cilindric, cu articolele mobile și ornamentate radial

pe suprafețele de unire (caracteristic Muschelkalkului). Între Brachiopode este genul *Terebratula*, cu speciile *Ter. vulgaris* (Fig. 262), ovală, cu valve netede și egale, cu un vârf scurt, arcuit și ocupat de un larg orificiu al piciorului (în Muschelkalk) și *Ter. gregaria* (Fig. 263), cu valvele cu cute radiare largi (în Keuper). Între Lamelibranchiatele Aviculide (cu prelungiri, în formă de aripi,

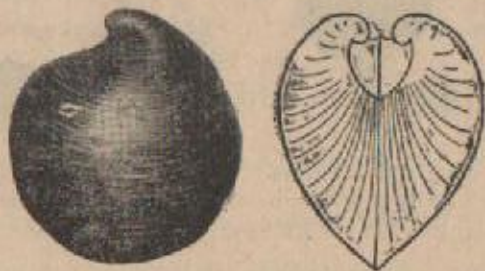


Fig. 267. *Megalodon scutatus* — Triasicul superior (alpin).

ale tălănei, dispuse în linie dreaptă) găsim *Avicula contorta* (Fig. 246),

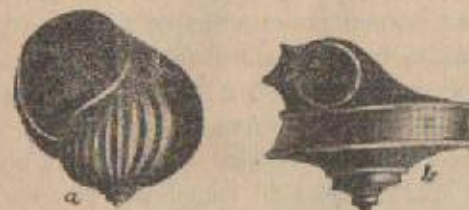


Fig. 268. *Naticella costata*,  
a, Trias infer. (alpin).  
*Turbo solitarius* b, Trias super. (alpin).

în Keuper, specie mică, arcuită cu aripi neegale și cu coaste radiare; *Monotis salinaria* (Fig. 265), de formă alungită asimetrică, turtită, prevăzută cu strii radiare și cu o mică aripioară așezată în partea posterioară a tălănei (Tr. super.), și *Dacnella Lommeli* (Fig. 266), subțire, puțin asimetrică, fără aripioare și cu numeroase strii radiare (Tr. mediu).

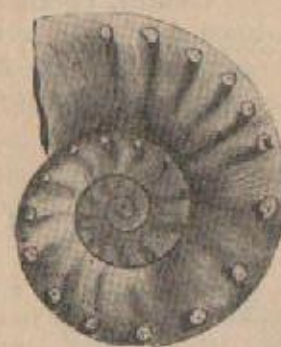


Fig. 269. *Tirolites (Ceratites) Cassianus*, Triasicul interior (alpin).

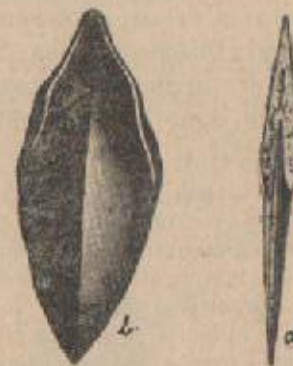


Fig. 270. *Pinacoceras Metternichi*, a, *Arcestes gigantogaleatus*, b, Triasicul super. (alpin).

În calcarele dolomitice recifale ale Triasicului superior, se întâlnește des genul *Megalodon* (Fig. 267), cu secțiunea cordiformă și cu apexul puternic răsucit înainte.

Între Gasteropode două forme sunt foarte caracteristice: *Naticella costata*, formă costată și neombilicată, în Triasicul inferior, și *Turbo solitarius*, care însoțește genul *Megalodon* în Triasicul superior (Fig. 268).

În faciesul pelagic, rolul preponderant îl joacă Amoniții, între cari găsim caracteristice forme: *Tirolites Cassianus* (Fig. 269), cu sudură ceratitică cu fundul lobilor dințat, având o cochilie evoluată, cu marginea externă rotundă și cu coaste laterale, care



poartă spre exterior noduri (Triasicul inferior); *Ceratites nodosus* (v. Fig. 203, pag. 295) evolut, ombilicat și cu noduri mai puțin pronunțate ca la precedentul (Triasicul mijlociu); *Ceratites trinodosus*, ca și precedentul, doar cu mai multe șiruri de noduri (Tr. mijlociu); *Pinacoceras Metternichi*, formă gigantică (de peste  $1\frac{1}{2}$  m. diametru), turtit și ascuțit pe marginea externă ca o pană și cu o foarte complicată linie de sudură (Triasul superior, Fig. 270, a); *Arcestes gigantogaleatus*, complet involut, bombat, cu o creastă pe marginea externă și cu linia lobilor destul de complicată (Tr. superior, Fig. 170, b).

Cele mai răspândite depozite triasice sunt cele pelagice și ele sunt reprezentate în Triasul inferior prin niște șisturi argiloase nisipoase, micacee, de culoare cenușie roșcată sau violacee — **Stratele de Werfen** — destul de sărace în fosile; peste care urmează, în Triasul mijlociu, calcare cu vine marmoreene, calcare silicioase și calcare dolomitice coraligene, cu **Ceratiți, Coraliери și Alge** (*Diplopore*); iar Triasul superior afară de o slabă serie de șisturi argiloase-nisipoase cu care începe, este formată de puternice strate de dolomite (1000 m.) cu *Megalodon* și *Turbo* (v. Fig. 267 și 268).

În timpul când în regiunea de geosinclinal se depuneau aceste formațiuni, pe regiunile continentale se sedimentau: în Triasicul inferior puternica gresie vargată (*Buntsandstein*) cu puține conglomerate, care după structură încrucișată ce prezintă, arată că este o formațiune eoliană și numai în parte și fluvială și care tocmai la partea sa superioară are puține marnă, cu gips, sare și ceva calcare, ceea ce arată începutul invadării apei marine, cu fenomene lagunare. Această invadare atinge maximum în Triasul mijlociu (*Muschelkalk*), când se sedimentează o deasă alternanță de strate subțiri de calcar cochilifer (**Molusce și Crinoide**) și de marnă, cu puțină sare și gips. Marea aceasta era puțin adâncă și în Keuper ea este transformată în mare-internă cu legături slabe cu marea liberă, fiind aluvionată de sedimente aduse de râuri de pe continent (gresii și argile) și care sub o climă caldă și uscată, care favoriză evaporatia, a depus puternice strate de gips și de sare (Germania de Sud și Austria de Apus).

În Țările Românești (Dobrogea, Bucovina, Transilvania) găsim reprezentat numai Triasicul marin, și în special considerată după fauna de Cefalopode, Dobrogea pare a face legătura între geosinclinalul alpin și cel himalaian. În general depozitele triasice din Carpați, mai puțin cele din Munții Apuseni și din Dobrogea, se găsește azi reduse la câteva petece scăpate nedistruse de eroziunea din timpul perioadei continentale, ce a domnit în regiunile carpatice în timpul Jurasicului inferior (Liasic).

**Jurasicul**<sup>1</sup> corespunde în general timpului de cea mai mare dezvoltare a Reptilelor, a Amonitelor și timpurilor de apariție a Păsărilor.

Reptilele jurasice stăpâneau nu numai mările și uscatul, dar prin adaptarea la zbor, ele dominau și aerul.



Fig. 271. — *Ichthyosaurus* și *Plesiosaurus* (reconstituiți).

Giganticele forme de uscat, ca *Brontosaurus* și *Atlantosaurus*, lungi de peste 30 m. ca și cele marine, ca *Ichthyosaurus*, cu capul mare și gâtul scurt, ori *Plesiosaurus* cu capul mic și gâtul lung ca de balaur, ambii lungi până la 10 m; erau spaima tuturor viețuitoarelor marine și de uscat (Fig. 271). Cele aeriene, ca *Pterodactylus*, cu coada scurtă și *Rhamphorhynchus* cu coada lungă,



Fig. 272. *Pterodactylus* (reconstituit).

care, cu ajutorul unei membrane întinsă, ca la Liliac, între membrele anterioare și cele posterioare, aveau în aripi o armă mai mult în a ataca pe celelalte conviețuitoare, pe care la sfășia cu puternicii dinți, infipți în niște fălci prelungite în formă de cioc de de pasăre (Fig. 272, vezi și Fig. 215).

<sup>1</sup> După Munții Jura.







răspândite sunt formațiunile marine, litorale și pelagice, depuse într'un mare ocean (Thetys), care a moștenit în general limitele-mărilor triasice, mult mai extinse în Jurasicul mijlociu, încingând Pământul ca un brâu în regiunea actualei Mediterane.

În general sedimentele jurasice sunt susceptibile de a se divide în trei serii principale: **Liasicul** sau Jura negru; **Doggerul**, Jura brun sau Oolitul inferior și Malmul, Jura alb sau Oolitul mediu și superior (Fig. 274).

Lipsa Liasicului marin în Europa orientală, arată că la începutul Jurasicului, vechiul Continent Nord-Atlantic și-a mărit uscatul în partea aceasta. De altfel și depozitele continentale și litorale din regiunile carpatice (în Bănat și în jurul Brașovului), ca: conglomerate, gresii cărbunoase și șisturi cu cărbuni, pe unele

locuri cu calcare și cu șisturi negricioase-cărbunoase (valea Cernei) arată îndeajuns, că această mărire a Continentului Nord-Atlantic s'a făcut până în regiunile Țărilor Românești.

Cu Doggerul însă, marea jurasică începe să se întindă mult peste zonele continentale, această mare transgresiune atingând maximul ei în Malm; așa că se sedimentează neîntrerupt gresii și calcare grezoase cenușii (Dogger) și calcare compacte-albe (Malm), care în regiunile puțin adânci sunt formate de gigantiști recifi coralieri, cum este calcarul

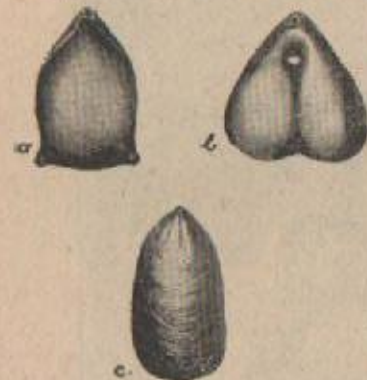


Fig. 275. a) *Terebratula digona* Dogger. — b) *Terebratula diphya* Tithon. — c) *Lingula Beani*-Dogger.

tithonic din Alpi și din Carpați (M-ții Bănatului, Bucegi, Piatra Craiului, Nămăești, Hăghimașul Mare, etc.), prin care Jurasicul superior trece pe nesimțite spre Cretacicul inferior.

Între formele de viață caracteristice Jurasicului avem: între **Crinoide**: *Pentacrinus tuberculatus* (Lias), cu piciorul în 5 muchii și cu o rozetă în cinci lobi pe suprafața de articulare a articolelor piciorului, și *Apicrinus* (Malm) cu piciorul rotund.

Între **Brachiopode**: *Terebratula numismalis* (Lias), rotundă și cu valve egale; *Terebratula digona* (Dogger), cu marginea externă terminată pe lături cu două mici prelungiri și *Terebratula (Pygope) diphya* (Tithon), cu cochilia triunghiulară și găurită la mijloc (Fig. 275).

Între **Lamelibranchiate**: *Gryphaea arcuata* (Lias, Fig. 276), de felul ostreelor cu valva mare arcuită și puternic dezvoltată, având ciocul răsucit și întors înainte și o adâncătură în formă de jghiab



Fig. 276. *Gryphaea arcuata*. — Triasic.



Fig. 277. *Trigonostrophia costata* (Dogger).



Fig. 278. *Diceraster arctium* (Malm).



Fig. 279. *Nerinea trinodosa* (Scolica și tiparul intern cu crestele spirele) (Malm).

în lungul laturii anterioare; *Trigonostrophia costata* (Dogger, Fig. 277), cu scoica triunghiulară cu vârful răsucit înapoi, dela care pornește,

pe fiecare valvă, câte o creastă până la marginea lor externă, creastă care împarte valva în 2 câmpuri, cel posterior, — areal — ornamentat cu coaste și dungi radiare, și cel anterior, care prezintă coaste concentrice; *Diceraster arctium* (Malm, Fig. 278), cu scoica foarte puternică, cu valve neegale, ale căror vârfuluri sunt eșite

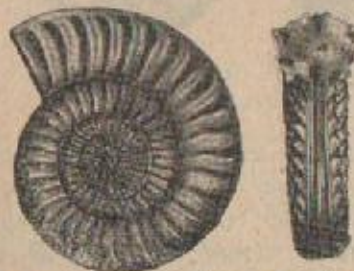


Fig. 280. *Arctites bisulcatus*. Liasic.

mult în afară și răsucite înainte și în afară ca niște coarne de berbec.



Între Gasteropode găsim numeroase Nerinee (Fig. 279), în special în Malm, cu spirala foarte alungită, având la interiorul melcului niște creste spirale atât pe pârrele intern (pe tus), cât și pe pârrele și buza externă.

Între Amoniți găsim: *Arietites bisulcatus* (Liasic, Fig. 280), de formă evolută, cu multe spire, cu o carenă dorsală mărginită de 2 ighiaburi și pe laturi cu coaste în secere; *Amaltheus margaritatus* (Liasic, vezi Fig. 204), discoidal, turtit, cu deschiderea orală

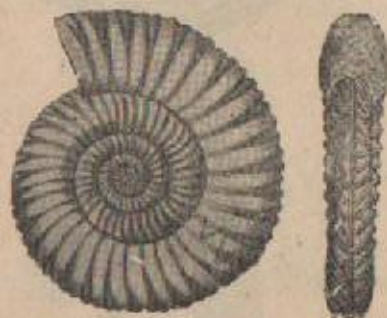


Fig. 281. — *Parkinsonia Parkinsoni* — Jurasicul mediu (Dogger).

înaltă, cu coaste arcuite, pe marginea externă subțiat în formă de pană și prevăzut cu o creastă formată de un șir de noduri; *Parkinsonia Parkinsoni* (Dogger, Fig. 281), evolut cu un șanț pe marginea externă și cu coaste bifurcate pe laturi; *Aspidoceras perarmatum* (Malm, Fig. 282), discoidal cu marginea externă rotundă și mai lată, cu coaste rari, purtând mai multe serii de noduri; și

*Perisphinctes* (Malm), care se distinge de *Parkinsonia* prin aceea că coastele bifurcate nu sunt întrerupte, ci se continuă și peste marginea externă.

Din studiul răspândirii formelor animale în sistemul Jurasic, se pot distinge cel puțin două provincii paleontologice: una mediteraneană, cu forme de climă tropicală, și una boreală-neritică cu forme de climă rece; astfel că în Jurasic se fac bine simțite pentru prima dată influențele climaterice asupra modului de repartiție al vieții marine pe pământ



Fig. 282. — *Aspidoceras perarmatum* — Malm.

În Țările Românești Jurasicul este în general destul de bine reprezentat; însă, pe când cel inferior, Liasicul, în Carpați este dezvoltat mai mult sub un facies continental, cu cărbuni (în Bucegi, în jurul Brașovului, în Bănat, în Munții Cernei), faciesul marin găsindu-se redus numai la câteva petece pe versantul nordic al Perșanilor; Doggerul, dar mai ales Malmul (Tithonic), ocupă în

tinderi mari în acoperișul șisturilor cristaline (Carpați, Munții Apuseni și în Dobrogea), prezentând treceri gradate spre Cretacul inferior.

### Tabloul formațiunilor jurasice

cu

Caracterizările lor petrografice și paleontologice.

	Caractere paleontologice	Caractere petrografice
Malm	<i>Cidaris coronata</i> <i>Apicrinus Roisyanus</i> <i>Terebratula diphyia</i> <i>Diceras arietinum</i> <i>Pteroceras oceanii</i> <i>Nerinea tuberculosa</i> <i>Aspidoceras perarmatum</i> <i>Perisphinctes contiguus</i> <i>Belemnites hastatus</i>	Calcare albe Calcare recifale
Dogger	<i>Terebratula digona</i> <i>Trigonia costata</i> <i>Goniomya Duboisi</i> <i>Parkinsonia Parkinsoni</i> <i>Oppelia fusca</i> <i>Macrocephalites Macrocephalus</i> <i>Belemnites giganteus</i>	Gresii și calcare gresoase, cu concrețiuni feruginoase, brune-roșcate
Liasic	<i>Pentacrinus tuberculatus</i> <i>Terebratula unioformis</i> <i>Gryphaea arcuata</i> <i>Posidonia Bronni</i> <i>Lima gigantea</i> <i>Arietites bisulcatus</i> <i>A. Bucklandi</i> <i>Amaltheus margaritatus</i> <i>Lytoceras jurensis</i> <i>Belemnites paxillosus</i>	Conglomerate, gresii; Calcare și argile negricioase cu intercalațiuni cărbunoase

Cretacul, numit astfel din cauza dezvoltării mari ce o ia creta de scris în stratele sale superioare, constituie perioada cu care se încheie timpurile mezozoice.

Din punctul de vedere al dezvoltării vieții în Cretacic, Planetele sunt acelea, care după un lung timp de stagnare fac un puternic pas evolutiv. De unde până în Cretacic nu existau decât Criptogame, Gimnosperme și puține Angiosperme Monocotiledonate; în America de Nord, începând din Cretacul inferior, iar în Europa



numai din cel superior, apar și **Dicotiledonatele**, care se răspândesc cu o putere uimitoare pe întreaga suprafață a globului.

Vieța animală se prezintă cu o puternică și variată dezvoltare în forme de **Foraminifere**. **Amonitii** și **Belemnitii** sunt tot numeroși, până când dispar la finele perioadei. Bivalvele prezintă noi forme, între care unele fixate — **Rudiștii**, — cu scoica foarte mult îngroșată, luând din cauza aceasta forme curioase. Tot astfel și **Gasteropodele**, **Echinizii neregulați**, **Coralierii** și **Spongierii silicioși**, prezintă numeroase forme, între care multe noi. Lanțul **Vertebratelor** nu progresează mult, diferitele clase însă se prezintă cu forme superioare, astfel **Peștii osoși** sunt mai numeroși decât cei **Ganoizi**; **Reptilele** ca și în Jurasic stăpânesc cele trei elemente, aerul, uscatul și apa, prezentând forme gigantice de uscat;

**Păsările** au forme mari și se acoper pe tot corpul cu pene, au însă încă dinți; iar **Mamiferele** pe lângă forme mici de **Marsupiale** și de **Insectivore**,

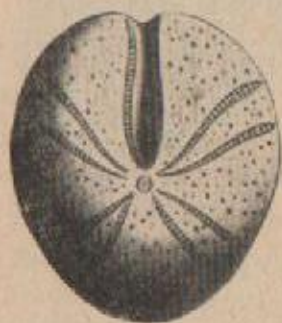


Fig. 283. — *Tuzaster complanatus* — Cretacic inferior.

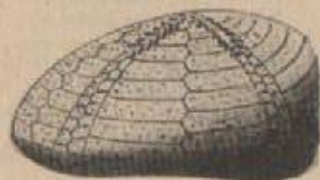


Fig. 284. — *Microaster cortestudinarium*. — Cretacicul superior.

prezintă și unele, care ar putea fi considerate ca forme anterioare ale **Carnivorelor**. Și în Cretacic, ca și în Jurasic, găsim aceeași influență climaterică asupra repartiției vieții, cu o climă boreală și una alpină mediteraneană.

Dintre numeroasele forme ale vieții animale, unele constituiesc fosile foarte caracteristice pentru perioada cretacică și subdiviziunile sale și între acestea cele mai des întâlnite sunt următoarele:

Între **Echinide** sunt: **Spatangizii**, cari cuprind forme cordiforme de **Echinizi neregulați**, turtiți pe fața inferioară, pe care lată spre partea anterioară se găsește orificiul bucal; pe când pe fața superioară sunt mai mult sau mai puțin bombati. În jurul regiunii apicale a acestei fețe se găsește steaua de 5 petale duble de ambulare, pe când, orificiul anal îl au așezat în dreptul interradialului posterior, pe marginea ridicată în formă de părete drept

a regiunii posterioare. Între aceștia, genul *Tuzaster* (Fig. 283), cu zona ambulaerală anterioară adâncită în jghiab, cu orificiul bucal încunjurat de 5 buze, este caracteristic pentru Cret. inferior, iar genul *Microaster* (Fig. 284), numai cu două buze în regiunea bucală, este caracteristic pentru Cret. superior.

Între **Lamelibranchiate** genul *Inoceramus* (Fig. 285), cu scoica groasă, oblică și cu valve neegale, cu țâțâna dreaptă, cu ciocul răsucit și împins



Fig. 285. — *Inoceramus Cripsi* — Cretacicul superior.



Fig. 286. — *Hippurites gosaviensis* — Cretacicul superior.

Înainte și în general ornamentată cu strițiuni și indoituri circulare, deși apare din Jurasic, se dezvoltă puternic numai în Cretacic,



Fig. 287. — *Actaeonella gigantea*. — Cretacic, super. alpin.

prezentând forme caracteristice în special pentru Cret. mediu și superior. O familie de **Lamelibranchiate**, curioasă ca formă, care apare și dispăre cu Cretacicul, este aceea a **Rudiștilor**. **Rudiștii** sunt bivalve, care din cauza vieții fixate (trăind în colonii mari și formând bancuri massive litorale), au valva inferioară crescută în formă conică sau răsucită ca un corn, cu păreții calcaroși foarte îngroșați și străbătuți de goluri și canale numeroase; pe când valva liberă rămâne mică, ca un căpăcel, care nu se mai deschide cu o țâțână, ci întocmai ca un capac prin ridicare și lăsare, fixându-se cu ajutorul unor prelungiri în formă de dinți, ce pătrund în anumite scobituri corespunzătoare în valva



cea mare. După grosimea scoicii lor, ei aparțin faunei litorale bătute de valuri puternice, zidind prin îngrămădiri mari, asociate, bancuri calcare de forma recifilor, numite calcare cu Rudiști. Între aceștia genul *Hippurites* (Fig. 286), în formă de corn, cu camera locuită de animal mică și cu căpăcelul străbătut de pori, este foarte răspândit în Cretacicul superior.

Alături de acest gen, găsim genul *Radiolites*, care se deosebește prin aceea că are camera, în care a stat animalul, mult mai mare, căpăcelul este neperforat și are dungi externe longitudinale.

În general, toți Rudiștii sunt caracteristici pentru faciesul alpin al Cretacicului, dezvoltat sub o climă tropicală. Între Gasteropode și tot în faciesul litoral alpin, găsim caracteristic genul *Actaeonella* (Fig. 287), cu mecul gros, pântecos, convolut, cu deschiderea orală îngustată și cu trei creste spirale pe buza internă.



Fig. 288. — *Hoplites noricus*. — Cretacicul infer.

**Cefalopodele—Amoniții și Belemnitiții** — caracterizează în general faciesul pelagic, ca și în Jurasic; doar că Amoniții cretacici poartă coaste și noduri mai pronunțate, iar în special, în Cretacicul superior ei prezintă forme desfășurate, până ajung a fi din nou drepte, cum au început-o Amonoides paleozoice, păstrându-și însă acum complicația liniei lobilor.

Între Amoniții caracteristici sunt: genul *Hoplites* (Fig. 288), larg ombilicat, chiar evolut, cu coaste bifurcate, purtând noduri pe ele (Cret. inferior); genul *Acanthoceras* (Fig. 289, în tot Cretacicul), cu cochilia mai groasă, costată pronunțat și cu noduri. Dintre formele desfășurate, foarte caracteristic este genul *Crioceras* (Fig. 290), cu tururile spiralei așa de largi că nu se ating (Cret. inferior); genul *Scaphites* (vezi Fig. 205), cu primul tur strâns în spirală, apoi

deodată se îndreaptă, ca tocmai la extremitatea orală să se curbeze din nou (Cret. superior); genul *Hamites* (Fig. 291), cu cochilia aproape dreaptă, răsucită numai la cele două extremități (Cret. inferior); genul *Baculites* (vezi Fig. 206), complet drept (Cret. sup.), și genul *Turritites* (Fig. 292), cu spirala alungită și răsucită ca la Gasteropode în mai multe planuri (Cretacicul inferior).

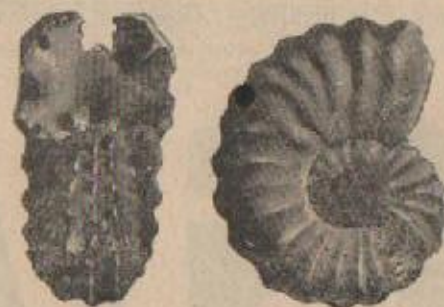


Fig. 289. — *Acanthoceras rhotomagensis*.  
Cretacicul mijlociu.



Fig. 290. — *Crioceras Duvali*.  
Cretacicul inferior.



Fig. 291. — *Hamites rotundatus*.  
Cretacicul inferior.

Dintre Belemnitiții formele de *Bel. subquadratus*, cu secțiune pătratică și *Bel. minimus*, mic subțire și foarte puțin măciucat către vârful rostrului, împreună cu *Bel. dilatatus* (*Duvalia dilatata*), cu rostrul lățit, și turtit ca o limbă, sunt caracteristice pentru Cret. inferior (Fig. 293); pe când *Belemnitella mucronata* (Corn de șarpe în Mușcel și Dâmbovița), cu rostrul cilindric, cu un mic țep în vârf și cu o mică spintecătură ventrală, este caracteristic pentru Cret. superior (vezi Fig. 208).



Ca și în Jurasic formele de viață se asociază astfel că se puteau distinge și în Cretacic cele două faciesuri; faciesul nordic caracterizat prin lipsa completă a *Dicerasatilor*, *Caprinelor* și *Rudistilor*; prin raritatea genurilor amonitice de *Phylloceras* și *Lytoceras*; prin lipsa *Coralierilor*, și prin prezența formelor tipice nordice ca: Amonitii *Craspedites* și *Polyptychites*, Belemniti *Belemnitella* și *Actinocamax* și bivalvele *Aucella* și *Inoceramus*; faciesul sudic sau mediteranian (Alpi, Carpați, etc.), caracterizat prin dezvoltarea *Rudistilor*, a *Caprinelor* și *Dicerasatilor*; prin genurile



Fig. 292.  
*Turritites catenatus*  
Cretacic inferior.

Fig. 293.  
a) *Belemnites subquadratus*  
b) " *minimus*  
c) " *dilatatus*  
Cretacicul inferior.

*Phylloceras* și *Lytoceras*, prin genurile *Duvalia* și *Belemnopsis* (Belemniti); prin genurile *Nerinea* și *Actaeonella* (Gasteropode) și prin marea dezvoltare a Foraminiferelor și în special a genului *Orbitolina*. Aceste diferențe se datorează condițiilor climatice mai reci la nord ca la sud, fapt confirmat și prin prezența inelelor anuale la arborii din nord, care lipsesc la cei din sud.

În general sedimentele cretacee marine, formate în majoritate de calcare, gresii calcareoase, calcare marnoase, cretă și din marne, numai în zona cutelor alpino-carpătice și în Dobrogea continuă fără întrerupere pe cele jurasice superioare (Tithonic). Pe când în nordul Europei, ele sunt separate prin o formațiune salmastră, cu care se termină Jurasicul și prin una de apă dulce, cu care începe Cretacicul.

Mai pe toată suprafața globului se constată, că seria inferioară de strate cretacee se termină cu o mărire a arilor continentale,

peste care apele cretacee revin, acoperind-o progresiv începând cu seria Cretacicului superior. Din cauza acestei mari transgresiuni, care separă în mod natural stratele cretacee, ele se despart în două mari serii: seria Cretacicului inferior și seria Cretacicului superior, subdivizate la rândul lor în mai multe etaje.

### Tabloul formațiunilor cretacee, cu caracterizările lor.

		Caractere paleontologice	Caractere petrografice
Cretacicul superior	Danian	<i>Nautilus danicus</i>	Gresii calcareoase, marne, calcare, cretă, în regiunea nordică alpină și mediteraniană. Conglomerate, gresii și marne în Flișul carpatic.
	Senonian	<i>Micraster</i> ; <i>Inoceramus</i> <i>Crispi</i> ; <i>Raculites anceps</i> ; <i>Belemnitella mucronata</i> ; <i>Hippurites</i> ; <i>Actaeonella</i> .	
	Turonian	<i>Inoceramus labiatus</i> ; <i>Hippurites</i> ; <i>Actaeonella</i> .	
	Cenomanian	<i>Acanthoceras rhotomagensis</i> .	
	Albian (Gault)	<i>Turritites catenatus</i> ; <i>Belemnites minimus</i> ; <i>Hoplites tardefurcatus</i> .	
Cretacicul inferior	Aptian	<i>Orbitolina lenticularis</i> ; <i>Crioceras</i> ; <i>Taxaster</i> ;	Stratele de Sinaia și de Comarnic în Carpați și M-ții Apuseni, cu gresii și calcare negre cu vine de calcită; gresii, marne și calcare organogene și chiar recifale. Marne, calcare marnoase compacte, gresii și calcare grezoase în Alpi și în Dobrogea. Strate de apă dulce.
	Barrémian		
	Neocomian	Hauterivian	
		Valanginian	
		Berriasian	
		Wealdian	

Transgresiunea Cretacicului superior n'a înaintat în continuă fără nici o întrerupere, ci la început merge progresând peste marginile Continentului Nord-Atlantic, depunând formațiuni litorale (conglomerate) și neritice (gresii și argile nisipoase) și după oarecare variațiuni regresive către finele său se extinde, însă de data aceasta la maximum, (Senonian), după care se retrage, intrând în regresiune cu Danianul.

Marea Cretacicului în general este aceeași Mediterană centrală, Tethys, ce înconjură Eurasia centrală și se leagă cu oceanul circumpacific; geosinclinalul ce ocupă marile adâncimi, corespunzând în linii generale cu actualele zone cutate din Alpi, Carpați, Munții Stăncosi, Anzi, etc.



În Carpați și în Alpi, s'a putut stabili, că mărirea ariilor continentale de la finele Cretacicului inferior se datorește unor puternice fenomene orogenetice, care au cutat atât Alpii vechi cât și Cristalinul Carpaților, în pânze puternice de supracutare, încălecate dinspre interiorul arcului alpino-carpatic înspre exteriorul lor; Cristalinul cu depozitele bathiale jurasice și cretacice inferioare, fiind împins în cute mari pe deasupra faciesului neritic al Neocomianului (MURGOCI).



Fig. 294. Secțiunea geologică schematică a Cretacicului între Cernavodă și Constanța V = Valanginian; H = Hauterivian; B = Barremian; A = Aptian; G = Gault; C = Cenomanian; T = Turonian; Sn = Senonian; S = Sarmatian; L = Löss (după Macovei).

Astfel, la finele Cretacicului inferior, se trasează deja bine urmele cutelor alpino-carpatine, formând Catenele Dacice (v. Fig. 344), care vor fi recutate în Terțiar pe zone mărite către exterior, când Alpii și Carpații iau formele bine definite de azi. În raport cu aceste cutări și-au făcut apariția și numeroase roce eruptive porfirice (Alpi, Munții Apuseni).

În Țările Românești (Fig. 294). Cretacicul inferior este de tipul alpin-mediterranean, prezentând cele două faciesuri, cel abisal, calcaros, în succesiune neîntreruptă cu Jurasicul superior (Bucegi, Dobrogea, etc.), și cel neritic, reprezentat prin gresii, calcare negricioase cu vine albe și marne de culoare negricioasă — Stratele de Sinaia și de Comarnic —, ce se întind ca o fâșie, care începe între Ialomița și Doftana, trecând între Prahova și Teleajen în Transilvania, în interiorul arcului carpatic, de unde pe la izvoarele Oltului trece din nou în autohtonul (fața) Cristalinului din N-Estul Transilvaniei și din Maramurăș. În Bucegi, Bratocea-Tigăile, Ceahlăul, etc., stratele de Comarnic (Aptian) se termină cu puternici recifi de calcare cu *Caprotine*, înglobate și acoperite de conglomerate provenite — se crede — din sfărâmăturile lor. Cretacicul superior este format, în Carpați, de depozitele litorale (conglomerate și gresii), în Gault-Cenomanian; de conglomerate, de calcare cu *Hippuriți* (Brezoi, Feș, etc.), gresii și marne roșii cu *Belemnitea mucronata*, în Senonian. Turonianul pare a lipsi sau e foarte

slab reprezentat în Carpați, pe când Sarmatianul, în regiunea geosinclinalului carpatic, este pelagic și de mari adâncimi (marnele roșii). În regiunile neritice (Munții Apuseni), este conglomeratic-grezos, sau grezos marnos (Carpații orientali). Danianul pare a fi fost continental în Carpați. În Dobrogea și în Nordul Basarabiei, Cretacicul e complet reprezentat și este în general neritic-bathial.

#### e. — Grupa Terțiară.

Grupa Terțiară, unită de obicei cu cea Cuaternară într-o singură grupă Neozoică sau Cainozoică, este alcătuită din strate ce aparțin la numeroase faciesuri neritice, litorale și continentale ale Mediteranei centrale, în care viața marină conține, în stratele cele mai superioare, chiar până la 90% din formele Mediteranei actuale.

Viața animală terțiară se poate caracteriza prin unele caractere negative și prin altele pozitive, ca: dispariția vechilor și enormelor Reptile și înlocuirea lor cu formele actuale de Șopârle și mai ales de Șerpi, etc.; dispariția Pasărilor cu dinți și apariția formelor nedintate actuale; apariția și dezvoltarea Mamiferelor placentate; dispariția completă a Amonităților și Belemnităților; înpuținarea Crinoidelor și Brachiopodelor și dezvoltarea Lamelibranchiatelor și Gasteropodelor sifonate.

Viața vegetală ia din ce în ce mai mult caracterul florei actuale, în Europa mijlocie și sudică având caracterul florei tropicale.

Proportional cu numărul de forme animale actuale ce conțin diferitele sale strate, grupa terțiară se subdivide de jos în sus, în:

Neogen	Pliocen
	Miocen
Numulitic sau	Oligocen
	Eocen
Paleogen	Paleocen

Din punct de vedere tectonic grupa terțiară prezintă o deosebită importanță, căci marea majoritate a munților actuali ai scoarței globului, ca: Alpii, Carpații, Apeninii, Pirineii, Himalaia, Caucazul, Munții Stâncoși și Cordilierii Anzilor, s'au desăvârșit în Terțiar; aceste mișcări orogenetice importante fiind însoțite de numeroase și puternice erupțiuni vulcanice. Nenumăratele variațiuni în alternanța faciesurilor (când marine, când salmastre, sau de apă dulce, ori continentale) din Paleogen, ne indică, de altfel, că



aceste mișcări se pregăteau din vreme, prin dese mișcări epirogenetice, ce variau neconținut linia de țarm. În legătură cu fenomenele vulcanice din Mezozoic și Tertiär, s'au format și bogatele zăcămintele de minereuri din Transilvania și din Bănat.

### Paleogenul.

O deosebită importanță în Paleogen au vertebrele superioare, căci apar aci pentru prima dată Mamiferele cu degetele acoperite cu unghii și copite, strămoși pari- și impari-digitatelor, cum sunt genurile *Phenacodus* și *Dinoceras* (vezi Fig. 220), aceasta ca un enorm proboscidian cu coarne și creste osoase pe cap. Dela început însă ele se separă, astfel că dintre *Imparidigitate* apare *Hyracotherium* și *Palaetherium* strămoșii calului, cu trei degete și nasul ca de Tapir; iar ca *Paridigitate*: *Anoplotherium*, rumegător cu 2 degete: *Xiphodon*, un fel de gazelă și *Anthracotherium*, de felul *Hippopotamului*, cu 4 degete. Tot în Paleogen apar *Carnivorele* (*Hyaenodon*, *Cynodon*); primele *Maimuțe* (*Cebchoerus*) și gigantice *Cetacee* (*Zeuglodon*); și *Sirene* (*Eotherium*, *Halitherium*, vezi Fig. 224).

**Paleocenul și Eocenul** sunt în general marine și dacă în regiunea mării ce ocupă basinul anglo-franco-belgian, sunt ambele dezvoltate, în regiunile marginale ale mării Mediterane, ca și în regiunile carpatice, Paleocenul pare a lipsi, în aceste regiuni domnind în timpul acesta perioada continentală începută în Cretacicul superior.

Stratele eocene sunt alcătuite în general de faciesuri neritice: gresii, marne și calcare grezoase, pe alocurea cu puternice calcare formate numai de *Numuliți* și de *Alge* coraligene și acestea mai ales în regiunile ridicate ale fundurilor și ferite de influența depozitelor terigene. Se pare că la finele Eocenului se face simțită o mică regresie.

Printre cele mai caracteristice forme fosile ale Eocenului este dintre *Foraminifere*, genul *Numulites* cu numeroase specii (*N. distans* — *N. Tschikatscheffi*, vezi Fig. 168, *N. complanatus*, etc.), gen care apare în Eocen cu o puternică dezvoltare și care dispare aproape complet din Oligocen; fiind astăzi reprezentat în Oceanul Pacific numai prin o singură specie.

Studiate mai de aproape, speciile de *Numuliți* apar reprezentate prin forme macro- și microsferice, primele mici și cu camera inițială mare, celelalte mari (câțiva centimetri în diametru

P A L E O G E N sau N U M U L I T I C				
PALEOCEN		EOCEN		
Lond- nium	Partian sau Lutetian	Bar- toli	Inferior	Me- din
<p><i>Numulites distans</i>-<i>Tschikatscheffi</i>, <i>N. complanatus</i>, <i>N. perforatus</i>, <i>Asiatula</i>, <i>Conoclypeus conoides</i>, <i>Asiatopygus dilatatus</i>, <i>Cardita imbricata</i>, <i>Corbis lamellosa</i>, <i>Corithium giganteum</i>, <i>Cer. Vulcani</i>, <i>Melanopsis Haugi</i>.</p>		<p><i>Cytherea incrassata</i>, <i>Proidea Haugi</i></p> <p><i>Pectenulus obovatus</i>, <i>Echinolampas Klein</i>, <i>Numulites intermedius</i>, <i>Meletia crenata</i>, <i>Brizozoa</i>, <i>Numulites striatus</i>, <i>N. Bouillai</i> (lipsește <i>Asiatula</i> și <i>Numulites</i> mari).</p>		
Perioadă continentală în regiunile carpatice.				
<p>cuarțoasă, albă de Kliwa, în Moldova și Muntenia.</p> <p>Argile roșietice (Transilvania).</p> <p>Sisturi monolitice (silicuri) și disodice (marne foioase) cu puține gresii, în Muntenia și Moldova.</p> <p>Calcare marnoase în plachete (Moldova).</p> <p>Marne cenușii, silicioase.</p> <p>Conglomerate de rocă verzi.</p> <p>Gresii fine alburii.</p> <p>Marne cenușii cu Brizozoa sau roș-violacee.</p> <p>Gresii negricioase cu hieroglife.</p> <p>Gresii micacee și gresii ca carnoase breicioase, a termină cu marne negricioase și cu cuarțite negricioase.</p> <p>Gresii vineli (gresia de Fuzaru) și marne Fusoides.</p> <p>Calcare grosiere, argile roșii și gipsuri (Transilvania).</p> <p>Marne vin te și cal are numulitica în regiunea Cristalinului Carpatilor.</p>				
<p>Conține petrol, căr- buni, ozocerită și chihlibar.</p> <p>Conține petrol în gresia de Fuzaru.</p>				



**Tabloul Formațiunilor Tertiare**  
in  
Regiunile Carpatice

DIT- ZICI	SUBDIVIZIUNI	CARACTERIZAREA PALEONTOLOGICE	CARACTERIZAREA PETROGRAFICE	OBSERVAȚIUNI ECONOMICE
N E O G E N	P L I O C E N			
	Ievantin	<i>Uro. procumbens</i> , <i>U. Conda</i> , <i>U. gelicus</i> , <i>U. sculpus</i> , <i>Paludina Zelatori</i> , <i>Vivipara</i> (diar- emae), <i>Uro. marinus</i> , <i>U. humanus</i> , <i>Dreissensia polymorpha</i> , <i>Dr. Holenca</i> , <i>Prosoedra Sturti</i> , <i>Prosoedra Rumana</i> , <i>Sigilodonta Heberti</i> , <i>Psilodon</i> , <i>Vivipara</i> .	Pietrisuri p. termie dezvoltate și pun- disuri de teroș. Nisipuri, argile, argile nisipoase cu sabe intercalări de pietrisuri.	Conține uneori lignit (Oltana).
	Dacian	<i>Pontalmyra Constantia</i> , <i>Congeria rhomboides</i> , <i>Cong. subglobosa</i> , <i>Valenzanessia umulata</i> , <i>Vivipara achelonioides</i> , <i>Congeria novorossica</i> , <i>U. sublatras</i> , <i>Loxostoma exolata</i> , <i>Hydrobia</i> , <i>Vivipara</i> , etc.,	Nisipuri și pietrisuri maronile galbui, argile maronase cenușii. Nisipuri vineți. Argile maronase vinețe cu lignit.	Conține oale mai be- gato zăcămintele de lignit și petrol.
	Ponțian		Argile maronase vineți, și Argile nisipoase.	
	Meotian		Marne și gresii maronase galbui. Nisipuri gresioase galbui. Gresii și marne vineți, gresii coștice și uneori chiar calcare.	Conține carbunii bruni dela Comă- nești și bogate ză- cămintele de petrol în Muntenia.
	Sarmatian	<i>Maestra podolica</i> , <i>M. Fobrenca</i> , <i>Erebia podolica</i> , <i>Trochus podolicus</i> , <i>Cerithium rubiginosum</i> , <i>Stephanophyllia</i> , <i>Holastrea</i> , <i>Arca diluvii</i> , <i>Pectenatus pilosus</i> , <i>Fusus longirostris</i> , <i>Turritella turris</i> , <i>Tur. Archimedes</i> , <i>Avellaria glaniformis</i> , <i>Coma ponderosa</i> , <i>Pleurostoma asperulata</i> , <i>Pyrula rubicunda</i> , <i>Cypripater</i> , <i>Scutella subrotundata</i> .	Calcare coștice, gresii coștice, conglomerate. Marne și gresii. Marne vineți	Platră de construcție (calcar) și pietre de moară.
	al II-lea Mediteranian	Tortonian	Calcare zoogene cu <i>Lithothamnium</i> , Marne vinețe, gresii marne se fia conglomerate, pe unele locuri cu intercalațiuni de tuf dacice.	
		Melvetian	Nisipuri maronase. Marne cenușii cu gipsuri și tuf dacice. Gresii cenușii mol, gresii conglome- rate.	Conține petrol mai ales în gresii.
	I-ul Mediteranian	Burdigalian și Aquitanian	Gresii și conglomerate, uneori roșietice în Muntenia, Oltana și Transilvania. Pulverioze conglomerate de roce cris- taline și gresii cristaline verzi în Moldova și Bucovina. Gipsuri și marne în tot subter.	Conține și petrol și carbuni bruni.
O L I G O C E N	Superior		Conglomerate și gresii cu carbuni bruni (Transilvania). Cremăsurile superioare și gresii cenușii, albi de Kiwa, în Moldova și Muntenia.	Conține petrol, căr- buni, ozocerită și
	Me- diu		Argile roșietice (Transilvania). Șisturi mentilice (silaxuri) și discon- tilice (marne foioase) cu puține gre- sii, în Muntenia și Moldova. Calcare maronase în plachete (Mol- dova). Marne cenușii, silicioase. Conglomerate de roce verzi.	debitabil.
	Inferior		Gresii fine albe.	



P A L E O G E N sau N U M U L I T I C					N E O G E N									
PALEOGEN	EOCEN		OLIGOCEN			MIOCEN					PLIOCEN			
	Londonian	Parizian sau Lutetian	Bartonian	Inferior	Mediu	Superior	I-ful Mediteranean Burdigalian și Aquitanian	al II-lea Mediteranean		Sarmatian	Meotian	Pontian	Dacian	
								Helvetian	Tortonian					
		Nummulites distans-Tschudtscheffi, N. complanatus, N. perforatus, Assitia, Conodolites conoides, Amalypus diluvius, Cardia imbricata, Corbia lamellata, Cerithium jugoslavicum, Cer. vulcani, Melanopsis Hungi,	Brizozoa, Nummulites striatus, N. Bonillei (tipsec Asellus și Numulit mar).	Pectunculus obesus, Echinolampas Kleinii, Nummulites infernalis, Melita crenata,	Cytherea imbricata, Trochileta Hangu,	Cerithium margariticum, Corula,	Pecten Beudanti, Pecten solariani, Pectunculus Fischeli, Ostrea crassissima, Turrilella Turris, Cerithium plicatum, Cerithium margariticum,	Globigerina bulloides, (lipsit în general de resturi organice).	Pecten solariani, Pecten longirostris, Turrilella turris, Tur. Archimedi, Aucularia planiformis, Conus ponderosus, Pleurotoma asperulata, Pyrgula rusticata, Clippaster, Scutella subtruncata,	Strophomya, Helicostoma, Arca diluvii, Pectunculus plicatus, Pecten longirostris, Turrilella turris, Tur. Archimedi, Aucularia planiformis, Conus ponderosus, Pleurotoma asperulata, Pyrgula rusticata, Clippaster, Scutella subtruncata,	Mastra podolica, M. Eubrama, Erebria podolica, Trochus podolicus, Cerithium rubiginosum,	Congeria neocostata, U. subserena, U. swolowsky, Dissinus costata, Hydrobia, Vesputa, etc.,	Pontalmyra Constantiae, Congeria rhomboides, Cong. subglobosa, Valenticerasia annulata, Vesputa achiloides, Congeria neocostata, Uro. subserena, U. swolowsky, Dissinus costata, Hydrobia, Vesputa, etc.,	Pressensia polymorpha, Dr. Bolneti, Prosoedera Storti, Prosoedera Ramana, Strophodonta Heberti, Pulidon, Vesputa,
		Gresii micasice și gresii cu carușe breicioase, a termând cu marne negricioase și cu cuarțite negricioase. Gresii vineți (gresia de Fuzaru) și marne Fucoida. Calcare gresiere, argile roșii și gipsuri (Transilvania). Marne vin te și cal are numulitice în regiunea Cristinului Carpaților.	Gresii fine alburii. Marne cenușii cu Brizozoa sau roș-vioacee. Gresii negricioase cu hieroglife	Argile roșietice (Transilvania). Șisturi mantilifere (sillexuri) și disodilice (marne folioase) cu puține gresii, în Muntenia și Moldova. Calcare marnose în pachele (Moldova). Marne cenușii, silicioase. Conglomerate de roce verzi.	Argile roșietice (Transilvania). Șisturi mantilifere (sillexuri) și disodilice (marne folioase) cu puține gresii, în Muntenia și Moldova. Calcare marnose în pachele (Moldova). Marne cenușii, silicioase. Conglomerate de roce verzi.	Argile roșietice (Transilvania). Șisturi mantilifere (sillexuri) și disodilice (marne folioase) cu puține gresii, în Muntenia și Moldova. Calcare marnose în pachele (Moldova). Marne cenușii, silicioase. Conglomerate de roce verzi.	Gresii și conglomerate, uneori roșietice în Muntenia, Oltenia și Transilvania. Puternice conglomerate de roce cristaline și șisturi cristaline verzi în Moldova și Bucovina. Gipsuri și marne în foi subțiri.	Nisipuri marnose. Marne cenușii cu gipsuri și taf dacitic. Gresii cenușii moi, gresii conglomeratice.	Calcare zoogene cu Lithothamnium, Marne vinele, gresii marno se în conglomerate, pe unele locuri cu intercalațiuni de taf dacitic.	Calcare cochlifere, gresii cochlifere, Marne și gresii. Marne vineți	Marne și gresii marnose gălbui. Nisipuri gresioase gălbui. Gresii și marne vineți, gresii cochlifere și uneori chiar calcare.	Argile marnose vineți, și Argile nisipoase.	Nisipuri și pietrișuri mărunte gălbui, argile marnose cenușii. Nisipuri vineți. Argile marnose vinele cu lignit.	
		Conține petrol în gresia de Fuzaru.				Conține petrol, cărbuni, ozocerită și obilifere.	Conține și petrol și cărbuni brun.	Conține petrol mai ales în gresii.		Piatră de construcție (calcar) și pietre de moară.	Conține cărbuni brunii de la Comănești și bogate zăcăminte de petrol în Muntenia.		Conține cele mai bogate zăcăminte de lignit și petrol.	
Perioada continentală în regiunile carpatice.														



uneori) și cu camera inițială mică, microscopică. Așa de exemplu *N. complanatus* turtit și mare cât o piesă de 5 lei și *N. perforatus*, mare și globulos, în bas. Transilvaniei și *N. distans* în regiunea carpato-dobrogeană, forme mari de Numuliți microsferici, au ca însoțitori forme mici macrosferice ca de ex. *N. Tschihatscheffi*, mic ca un bob de linte, pentru *N. distans*, turtit și mare ca o piesă de 1 leu, (vezi Fig. 168), ambele prezentând aceleași caractere afară de mărime și camera inițială. Numuliți par a avea deci generațiuni alternante macro- și microsferice, cum dealtfel prezintă multe din Foraminiferele actuale.

Între Echinide, sunt caracteristice genurile *Conoclypeus* (*C. conoides* vezi Fig. 188), de formă conică, uneori gigantică, cu fața orală lătită și cu numeroase ornamentațiuni pe zonele interambulacrare, care în regiunea orificiului bucal se termină prin 5 pințeni, dându-i astfel orificiului o formă stelată; cu zonele ambulacrare puțin scobite și lățite de la vârf spre bază; și genul *Amblypygus* (*A. dilatatus*), formă discoidală puțin alungită, cu marginea rotundă, cu fața orală dreaptă, iar cea apicală puțin bombată.

Ca Lamelibranchiate caracteristice sunt speciile: *Cardita* (*Venericardia*) *imbricata* (Fig. 295); *Corbis lamellosa* (Fig. 296), ambele nesifonate, și *Cytherea semisulcata* (Fig. 297), sifonată. Între Gasteropode genul *Corithium* cu speciile: *Cer. giganteum*, *Cer. nudum* și *Cer. serratum* (Fig. 298); ca și genul *Fusus*, cu speciile *Fusus longaevus* și *Fus. bulbiformis* (Fig. 299).

Eocenul din regiunile carpatice este mult mai variat ca fațes. Astfel în interiorul basinelui Transilvaniei găsim un fațes neritic și litoral, alternând cu fațesuri de apă mai îndulcită, alte ori

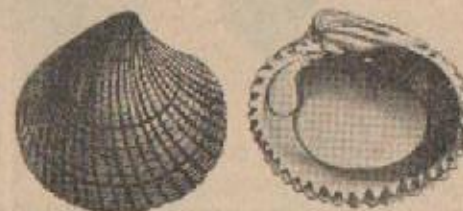


Fig. 295. — *Cardita imbricata* — Eocenul parisiian.

lagunare (cu gips), ori de stepă caldă (argile roșii, lateritice), care se leagă prin Valea Olutului, cu cel din basinelul Titeștilor și din Depresiunea Getică a Olteniei și Munteniei de Apus. În regiunea sisturilor cristaline (Albești-Mușcel, Porcești-Turnu Roșu, Rodna, etc.) găsim dezvoltat puternic fațesul neritic calcaros, format în general din Numuliți și Asiline mari și mici cu numeroase Echinide,



Gasteropode și Alge calcareoase (*Lithothamnium*); maxile de *Nautilus* și dinți de diferiți Pești.

În regiunea de creastă a Carpaților Orientali, Flișul eocen este neritic vâzos, format din gresii, din marne și argile grezoase cu puțini *Numuliți* și resturi de plante, el fiind aproape lipsit de alte fosile.



Fig. 296. — *Carbis lamellosa*, — Eocen.



Fig. 297. — *Cytherea semisulcata*. — Eocen.

În spre marginea externă a Crestei Carpaților Eocenul este reprezentat prin două faciesuri neritice: unul cu gresii puternic dezvoltate — Gresia de Fuzaru — și cu slabe intercalațiuni mar-



Fig. 298. — *Cerithium nudum* (stânga); *Cer. serratum* (dr.) — Eocen.

Fig. 299. — *Fusus longaeus* (stânga); *Fusus bulbiformis* (dr.) — Eocen.

noase, și altul spre marginea externă a Flișului și în Subcarpați, în care predomină elementul mălos, format de argile și marne nisipoase negricioase, cu slabe intercalațiuni grezoase de tipul gresiei Fuzaru, pe unele locuri conglomeratice (elemente de rocă verzi)

și chiar cu gipsuri (Bacău). Ambele aceste faciesuri au treceri laterale gradate de la unul la altul și afară de câțiva *Numuliți* și unele *Asilone*, sunt aproape complet lipsite de resturi fosile.

În Dobrogea (de Sud), Eocenul apare în câteva locuri dezvoltat în faciesul neritic cu calcare albe cretoase numulitice (Titekioi, Azarlăc).

Aceste numeroase faciesuri neritice și litorale, arată că imediat după transgresiunea mării numulitice în Carpați, geosinclinalul Flișului eocen a și început să aibă încrețituri pe fund, care separam (nu complet) bazinele de sedimentare ale acestor diferite faciesuri, încrețituri care reprezentau începutul cutărilor, ce mai târziu avea să formeze Carpații actuali.

În Carpații Moldovei, Eocenul marginal (Mosoare, Tg.-Ocna) și gresia de Fuzaru (Valea Doftanei) conține și petrol, care se exploatează prin câteva sonde, puturi și galerii de mină.

Din punctul de vedere paleontologic general și având în vedere numai *Numuliți* mari, în România putem distinge două provincii: una carpato-dobrogeană care coincide cu zona de extindere a speciilor *N. distans* și *N. irregularis*, și alta transilvano-panonică, în care aceștia lipsesc, fiind înlocuiți de *N. complanatus* și *N. perforatus*, forme ce lipsesc în Flișul carpatic.

Oligocenul începe prin o ingresiune de apă puțin adâncă peste regiunile centrului și nordului Europei (Germania), depunând pe unele locuri gipsuri lagunare (Franța), în altele argile și gresii cu cărbuni (Germania). În general însă mai ales în partea sa superioară predomină gresile și nisipurile. În Alpi și Carpați ca și în regiunile carpatice vecine, Oligocenul este dezvoltat ca și Eocenul în faciesul mălos-gresos al Flișului sărac în fosile. Numai în Italia (Vicentin) Oligocenul e curat marin și foarte fosilifer.

Între formele caracteristice Oligocenului marin sunt: între Echinide, specia *Echinolampas Kleini* (Fig. 300), de formă rotundă discooidală, cu ambulacrele subțiri, cu orificiul bucal pentagonal și cu cel anal transversal și așezat la marginea feței ventrale. Între Foraminifere mai sunt încă unii *Numuliți* mici, striati și aceștia numai în stratele oligocene

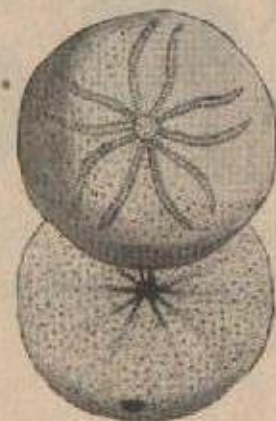


Fig. 300. — *Echinolampas Kleini* — Oligocen.



inferioare. Intre **Lamelibranchiate** specia *Cytherea incrassata* (Fig. 301), care se deosebește de specia *C. semisulcata* (vezi Fig. 297), coccenică, prin striatiunile concentrice, fine și regulate, ale suprafeței și prin o adâncire mult mai pronunțată a indoiturii mantalei în regiunea sifonală; *Pectunculus obovatus* (Fig. 302), cu scoica groasă, circulară și simetrică, cu țâțana arcuită, prevăzută cu dinți alungați și oblici, cu câmpul ligamentar mare, triunghiular și striat paralel

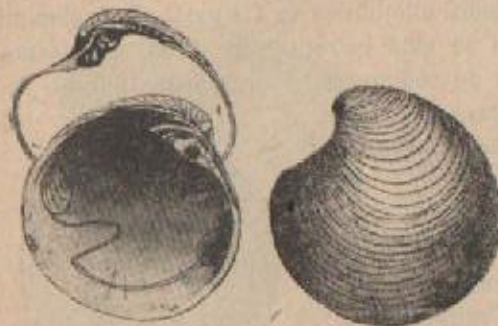


Fig. 301. — *Cytherea incrassata*, — Oligocen.

de noduri și specia *Pleurotoma belgica* (Fig. 304), fuziformă, cu orificiul oral prelungit într-un sifon drept, cu marginea buzei ex-

ternă și la interior dințături. Scoica acestei specii este ornamentată cu strii fine circulare, având pe marginea externă și la interior dințături.

Intre **Gasteropode** specia *Cerithium margaritaceum* (Fig. 303), cu tururile ornamentate cu 3—4 șiruri spirale



Fig. 302. — *Pectunculus obovatus*, — Oligocen.



Fig. 303. — *Cerithium margaritaceum*, — Oligocen.



Fig. 304. — *Pleurotoma belgica*, — Oligocen.

terne curbă în afară într-un ghiab, și cu fine strii de creștere la exterior, sunt iarăși caracteristice.

Oligocenul regiunilor Carpatice este dezvoltat ca și Eocenul în mai multe faciesuri paralele, puțin deosebite, însă totuși distincte.

Astfel, în Basinul Transilvaniei, Oligocenul este format mai ales de șisturi argiloase cu numeroase gresii albe, uneori conglomeratice, între care, ca și în Eocen, găsim intercalări de formațiuni de apă dulce cu 2—3 strate de cărbuni de foarte bună calitate (NW Transilvaniei). La fel este reprezentat Oligocenul și în Depresiunea Getică a Olteniei. Pe marginea internă a gresiei carpatice, Oligocenul este în general format de gresii măloase și argile cu **hierogliffe** — stratele superioare cu hierogliffe —; iar în zona de extindere a Gresiei de Fuzaru (Eocen), el este constituit mai ales de șisturi marnoase — șisturi disodilice — și din șisturi silicioase — șisturi menilitice (cremănușuri) — cu numeroase resturi de **Pești** (*Meletta crenata*) și de **Crustacee**, de **Insecte** și de **Plante**. În regiunea de extindere a Eocenului marginal, stratele oligocene încep prin o serie de marne calcaroase compacte, vineții-alburi, peste care urmează o puternică serie de **șisturi disodilice** și **menilitice**, cu slabe intercalațiuni grezoase, ambele bogate în resturi de **Pești** (*Meletta crenata*), de **Crustacee** (*Pseudoterebra Haugi*), de **Plante**, **Insecte**, etc.; iar la partea superioară seria aceasta oligocenă este încununată de o gresie cuarțoasă albă, fină — Gresia de Kliwa —, puternic dezvoltată, formată numai din bobite de cuarț, în general fără ciment calcaros și dispusă în puternice bancuri, separate prin slabe intercalațiuni de argile și de marne foioase negricioase. Uneori gresia de Kliwa este acoperită de o serie de cremănușuri în strate subțiri.

Oligocenul Subcarpaților conține pe unele locuri mult petrol, înmagazinat mai ales în Gresia de Kliwa (Zemeș, Stănești, Solonț, Moinești, Doftana, în Moldova; Bușteni, în Muntenia și Tustanovitz-Borislav, în Galizia), care se exploatează pe o scară destul de întinsă. În unele regiuni (Pârâul Cerăria, pe Slănicul Moldovei și la Borislav) el conține și Ceară de pământ sau Ozocerită.

La Olănești (Vâlcea), dar mai ales în regiunea Văii Sibicului, în Buzău, și la Dobrin în Neamțu, Oligocenul conține și chihlibar. În special cel de Buzău este de o colorațiune negricioasă cu reflexe albastrui, ceea ce ar face, dacă s'ar găsi în cantități mai mari, să fie superior chihlibarului gălbui din Oligocenul regiunilor Mării Baltice. În nord-vestul Transilvaniei (Agriș-Jibău), partea superioară a Oligocenului conține 3—4 intercalațiuni dela 0,60—0,90 m. groșime, de un cărbune brun, de o calitate superioară, care se exploatează în 5—6 locuri.

În multe părți în Subcarpați, Oligocenul se termină cu unele



strate foioase, negricioase, cu gipsuri, de lagună de slabă concentrație, care fac trecerea spre timpurile neogene, marcând prin prezența gipsurilor o regresivă marină, resturile mării oligocene fiind transformate în lagune de slabă concentrație. Aceste strate par a fi de vârstă aquitaniană (Oligocen superior-Miocen inferior).

### Neogenul.

La finele Oligocenului, Marea Mediterană centrală era redusă la niște limite ce cu puțin întreceau pe acele ale Mediteranei actuale; în spre West ea era izolată de Atlantic, iar în spre Est înainta în Asia Mică până în Persia. Această retragere a apelor marine se datorește în bună parte începutului de **cutare** din Oligocen, cu **exondarea regiunilor muntoase actuale**, ca: Alpii, Carpații, Munții Apuseni, etc., cari formau în apele Miocenului zone continentale destul de mari.

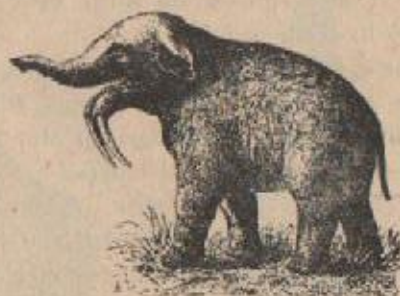


Fig. 305. — *Dinotherium giganteum*, Pliocen (p = premolare, m = molare).

În afară de regiunile mediteraniene, sudice, ale Europei, unde ele își aveau leagănul, apele Mediteranei miocenice trimiteau prin regiunea actuală a golfului de Lion și dealungul depresiunii ocupată azi de Ron, un braț marin destul de lat, care înconjură pe la Nord Alpii și Carpații de jur împrejur; iar în regiunea Vienei, prin nașterea unei șcufundări care interrupea legătura Carpaților cu Alpii — Basinel Vienei, — acest braț pătrundea și în depresiunile din in-

teriorul arcului carpato-alpin, formând mai multe golfuri în Alpii orientali; pe când în interiorul Carpaților el formă bazine mari în Croația, Slavonia, Ungaria și în Transilvania. Desigur că în regiunile muntoase mai joase, aceste bazine comunicau, în unele părți, cu ramura extra-carpatină, ce înainta dealungul Subcarpaților meridionali până la Văreiorova.

Către finele Miocenului, din cauza **puternicilor cutări alpine-carpatine**, însoțite și de puternice erupțiuni vulcanice, arile continentale vechi ale Continentului Nord-Atlantic mărindu-se prin alipirea sistemelor noi cutate — Alpii, Carpații, etc. —, Mediterana miocenică se retrage în spre regiunea ocupată de Mediterana actuală, vechile brațe și bazine rămânând în Miocenul superior izolate și aproape îndulcite prin apele continentale.

Îndulcirea acestor resturi marine se continuă în tot timpul Pliocenului, când ele se găsesc reduse mai mult la forma de lacuri mari interne, care, până la finele Pliocenului, în cea mai mare parte sunt complet reduse și umplute prin aluvionare.

**Vieața în Neogen.** Afară de formele marine, salmastre și lacustre, dintre care pe cele mai caracteristice le vom indica la sfârșitul subdiviziunilor sale, viața Neogenului prezintă în Emisfera de Nord o deosebită importanță din punctul de vedere al dezvoltării ulterioare a Mamiferelor actuale.



Fig. 306. — *Mastodon angustidens*, Pliocen de genul *Elephas*, strămoșul Elefanților, acesta din urmă având maximul său de dezvoltare în Cuaternar. Genul *Dinotherium* (Fig. 305), cu forme gigantice, avea în falca inferioară două de-

fense, care din cauza îndoiturii fălcii erau răsfrânte în jos; iar în falca de sus cu câte două creste tuberculoase pe coroană. Genul *Mastodon* avea câte două de-fense atât în falca de sus cât și în falca de jos, iar măselele cu coroana cu mai multe serii de ridicături conice unite în creste (*M. angustidens*, Fig. 306), în Miocen; *M. longirostris* și *M. arvernensis* (Fig. 307 în Pliocen). Prin genul



Fig. 307. — *Mastodon arvernensis*, Pliocen.



*Stegodon* (Pliocenul din India Fig. 308), care nu mai are defense în falca inferioară, iar molarele, mai puțin numeroase, cu coroana cu creste mai multe și mai late, formate de noduri lamelare unite, se face trecerea la genul *Elephas* (Fig. 309, vezi și Fig. 223), cu



Fig. 308. — *Stegodon*. — Pliocenul din India himalaiană.

două defense și cu câte o singură măseă în fiecare falcă, care se schimbă când este uzată și a cărei coroană are creste dese și înguste de smalt, cu aspect lamelar; rar ornamentate prin îndoituri (*E. primigenius*, sau *Mamutul*; *E. antiquus*, și *E. meridionalis*, Fig. 309, 310 și 223, în Cuaternar).

În Neogen găsim și strămoșii mai apropiați ai *Calului*, care descinde din strămoșul mai depărtat din Paleogen, *Palaotherium*, care avea 3 degete aproape egale între ele, prin forma intermediară miocenică *Anchitherium*, la care degetul cel de mijloc ia o mai mare dezvoltare; formă ce face trecerea către genul *Hipparion* (Pliocen), la care cele două degete laterale rămân reduse de tot și foarte mici, din care a născut în fine genul *Equus*, cuaternar și actual, cu piciorul susținut numai de un singur deget (Fig. 311).

Deasemenea în Neogen se dezvoltă puternic și **Rhinoceridele**, care apar din Oligocen; ca și **Hipopotamii**, **Suideele**, (**Porcii**), **Cervidele**, **Camelidele** și **Carnivorele** cu forme de **Hyene**, **Pisici**, **Căini**, între care genul *Machuerodus* (vezi Fig. 217) de felul tigru-lui, doar mai puternic, și în fine **Maimuțele** care în Neogen populau centrul ca și sudul Europei.

Depozitele neogene din România atât din punct de vedere petrografic cât și din punct de vedere faunistic se pot divide de jos în sus astfel:

Neogen	Pliocen	Levantian	
		Dacian	
		Pontian	
		Meotian	
	Miocen	Sarmatian	II-lea Mediteranean
		Tortonian	
		Helvetian	
		Burdigalian	I-ul Mediteranean
		Aquitanian	

**Miocenul** își începe transgresiunea (în Aquitanian-Burdigalian) prin puternice conglomerate litorale, roșietice, cărora (în Subcarpați ca și pe marginea Alpilor), le urmează gresii cu intercalațiuni de argile, având în total o grosime de peste 1500 m.

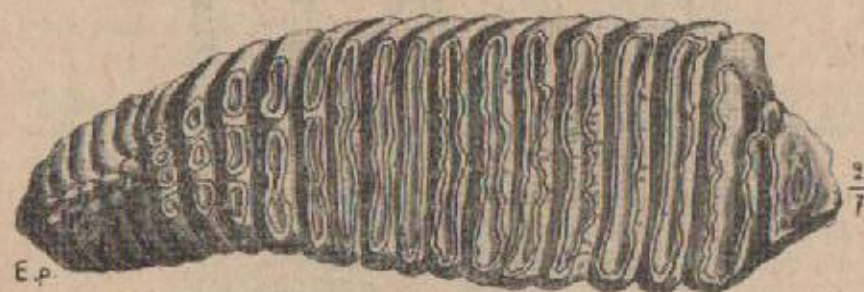
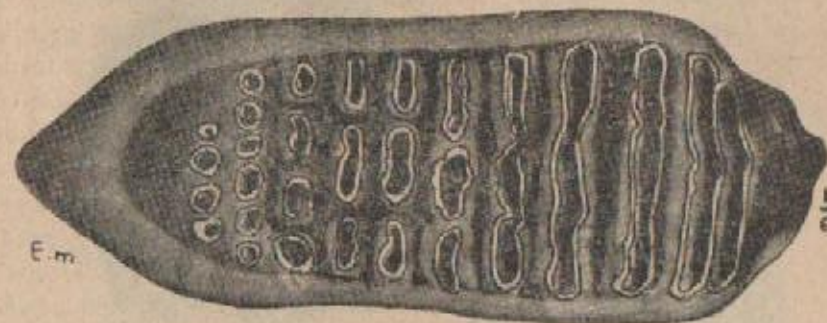


Fig. 309. — Molare de *Elephas meridionalis* (E. m.), *Elephas antiquus* (E. a.) și de *Elephas primigenius* (E. p.) Cuaternar.

Stratele de bază ale Miocenului au o deosebită importanță economică pentru noi căci în ele se găsește cărbunii dela Petroșeni, în Transilvania, în Bănat, ca și cei dela Bahna, în Mehedinți.

La finele Burdigalianului-începutul Helvetianului se petrec din



nou exondări în regiunile alpino-carpătice, pe cale de cutare intensivă și profundă, așa că în prima fază a celui de al doilea Mediteran, brațul marin, atât cel interior cât și cel exterior Car-

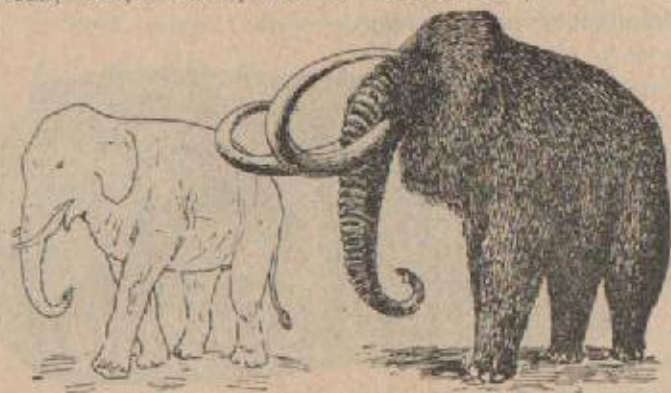


Fig. 310. — Mamutul (*Elephas primigenius*). În dreapta găsiți în ghețurile siberiene, comparativ cu un elefant actual (stânga).

paților, se găsește transformat în lagune de concentrare lipsite aproape complet de viață animală — cu excepția câtorva Foraminifere (*Globigerine*) —; în care însă se depun gresii moi, argile

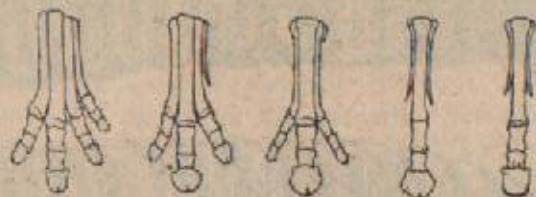


Fig. 311. — Seria strămoșilor catului în America. De la stânga spre dreapta: *Orohippus* (Eocen); *Mesohippus* (Oligocen); *Anchitherium*—*Miohippus* (Miocen); *Pliohippus* (Pliocen); *Catul* (Equis).

nisipoase, cenușii, uneori roșietice, cu puternice intercalațiuni de gips, și după părerea multora și masivele de sare; sarea și gipsul din Subcarpați și din Basinel Transilvaniei.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Autorul acestor rânduri, cum se va vedea în capitoul Geologia României de la fine, crede și are puternice motive stratigrafice și tectonice în sprijinul acestei credințe, că sarea masivelor noastre este mult mai veche decât Miocenul. Deci concentrarea acestor lagune n'a fost atât de puternică așa că cel mult dacă s'au depus gipsurile nu și sarea. Sarea apare la noi sub formă de masive puternice, care vin din profunzimii mari și deci din formațiuni mult mai vechi, ce formează fundamentul geosinclinalului regiunilor carpătice. Cu privire la gipsuri, credința sa este că în majoritate ele au născut prin acțiunea chimică a manifestațiunilor gazoase sulfuroase, asupra mării marnos, în legătură cu puternicele erupțiuni de vulcani sub-marini care au aruncat cantități enorme de cenușă vulcanică, interstratificată stratele Helvețianului. De sigur că și lipsa completă de viață marină se datorește tot acestor manifestațiuni vulcanice submarine.

Aceste mișcări tectonice începute în Oligocenul superior, ating maximul lor după depunerea faciesului lagunar cu gips al Helvețianului, când Flișul cretacic-paleogen este cutat intens, formând în genere trei mari cute anticlinale asimetrice, recutate la rândul lor în mod secundar. Cutele anticlinale principale corespund în linii generale la zonele de extindere ale celor trei faciesuri ale Numuliticului: faciesul zonei interne; faciesul gresiei de Fuzaru și faciesul marginal; care anticlinale, prin ruperea flancului invers (extern), au fost împinse unele peste altele, sub formă de trei mari pânze-solzi, ultima (externă) încăleacă peste Miocenul Subcarpaților. Încălecărilor acestea fiind un răsunet al celor din Alpi, ele sunt și în directă continuitate, însă din ce în ce mai slabe până în Subcarpații meridionali, unde solzii se reduc la simple anticlinale faliate, separate prin sinclinale de Miocen (v. Fig. 342).

Toemai în Tortonian aceste lagune reiau comunicări largi cu apele marine ale celui de al II-lea Mediteran, când se restabilește și fauna tipică marină a acestor timpuri.

În general, în Tortonian, rocele sunt formate de mături nisipoase, ca: argile nisipoase, marne și gresii în părțile mai adânci și conglomerate și calcare cu Alge recifale (*Lithothamnium*) în regiunile litorale.



Fig. 312. — *Pecten solarium*. — Miocen.



Fig. 313. — *Ostrea crassissima*. — Miocen.

Atât între stratele Helvețianului cât și între acelea ale Tortonianului inferior, se găsește în regiunile carpătice (în Bas. Transilvaniei și în Subcarpați), puternice și dese intercalațiuni de o-



cenușe vulcanică. albă sau verzuie (Turda și Muntele Verde, la Slănicul de Prahova), ca mărturie a puternicilor și repetatelor exploziuni vulcanice submarine din timpul celui de al II-lea Mediteran.



Fig. 314. — *Cassis saburon*  
Miocen.



Fig. 315. — *Conus ponderosus*, — Miocen.

ran (Vulcani de exploziune, cu cenușe multă și cu lavă foarte puțină sau de loc).

Între formele caracteristice Miocenului Mediteranean marin, se găsesc: între Echinide, genul *Scutella subrotundata* (vezi Fig. 189), cu forma foarte turtită; între Lamelibranchiate, mai ales forme cu valve neegale și foarte îngroșate, ca: *Pecten solarium* (Fig. 312) și *Ostrea crassissima* (Fig. 313), ambele uneori cu dimensiuni gigantice; între Gasteropode speciile *Fusus longirostris* (vezi Fig. 197), *Cassis saburon* (Fig. 314); *Conus ponderosus* (Fig. 315), *Pyrula rusticola* (Fig. 316), *Turritella turris* (vezi Fig. 197), *Pleurotoma asperulata* (Fig. 317), etc.



Fig. 316. — *Pyrula (Tudicula) rusticola*, — Miocen.

din cauza măririi ariilor continentale și prin aceasta din cauza formării de cursuri de ape dulci, au fost foarte mult îndulcite, distrugându-se o mare parte din fauna tipică marină și înlocuindu-se

cu forme salmastre speciale. Aceste mări și lacuri interne, care în regiunile carpatice ocupau Bas. Transilvaniei și Subcarpații, până în Bucovina, ne-au lăsat depozite puternice, formate la bază din marne și argile, vineții, cu slabe intercalațiuni grezoase și mai puțin fosilifere; iar la partea superioară, nisipuri, gresii calcaroase, calcare oolitice și calcare cochilifere, în care apar nenumerate forme de Lamelibranchiate.



Fig. 317. — *Pleurotoma asperulata* — Miocen.



Fig. 318. — *Mactra podolica* (stânga)  
*Ervilia podolica* (dreapta sus)  
*Cerithium rubiginosum* (jos-mijloc)  
*Trochus podolicus* (jos-dreapta).

ca: *Mactra podolica* (Fig. 318), *Mactra Fabreana* mult mai mare și *Ervilia podolica* (Fig. 318); iar dintre Gasteropode: genul *Cerithium* (*Cer. rubiginosum*, Fig. 318) și genul *Trochus* (*Trochus podolicus*, Fig. 318), forme adaptate la mediul salmăstru.



Fig. 319. — *Unio subrecurvus* (stânga)  
*Dosinia exoleta* (dreapta)  
Meotian (după Ionescu-Argetoia).

Pliocenul. În timpurile pliocenice, apele Mediteranei fiind aproximativ reduse în limitele lor actuale, în regiunile alpino-



carpatice se găsesse numai lacuri mari, interne, cu apele din ce în ce mai indulcite, în care formele de viață trec gradat dela formele salmastre din Sarmatian, la cele de apă complect indulcită, care

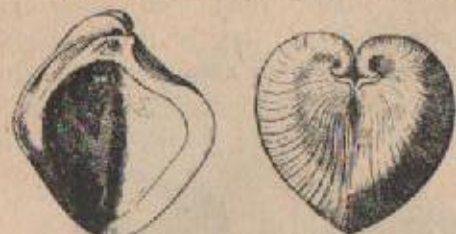


Fig. 320. — *Congeria subglobosa* — Pontian (Panonian).

mai populează azi Marea Neagră, Dunărea, bălțile și lacurile din regiunile de câmpie.

Cum în general lacurile din partea internă ca și cele din cea externă arcului Carpaților, au stat în legătură unele cu altele și faunele lor sunt mult asemănătoare. Le-

gătura dintre lacurile din interior (Transilvania și Panonia), așezate la un nivel mai sus, și cele din exterior (Câmpia Română), mai joase, probabil că a fost făcută și în alte părți ale Carpaților; una desigur și cea mai de seamă o făcea un canal de scurgere



Fig. 321. — *Pontalmyra Constantiae* (sus), *Paludina (Vivipara) Achatinoides* (jos) Pontianul superior (după Ionescu-Argetoaita).

care trecea pe la Porțile de Fier, canal care mai târziu, după seacărea lor complectă în Cuaternar, a ușurat captarea și nașterea fluviului Dunărea. Diferitele subetaje ale Pliocenului se pot distinge, mai ales în Subcarpații meridionali, atât din punctul de vedere petrografic cât și din punctul de vedere faunistic.

Astfel în Meotian, găsim gresii oolitice la bază, nisipuri și marine la partea superioară, cu o grosime totală de 250–350 m.,

în care apar numeroase forme de *Unio* (*U. subrecurvus*) de *Dosinia* (*D. exoleta*, Fig. 319), de *Congeria* (*C. novorosica*) și unele *Paludine neledae*. Apele Meotianului nu treceau în Transilvania, se întindeau însă în Subcarpații Olteniei și Munteniei până în sudul Moldovei și Basarabiei ajungând spre Est până în regiunea caspiană, unind astfel în apele sale pe acelea ale Caspice și Mării Negre. Gresiile și nisipurile meotiene slab cimentate au o mare importanță economică, căci în ele se găsesse înmagazinate cele mai bogate zăcămintele de petrol din Subcarpații Munteniei. Din sudul Moldovei,



Fig. 322 a. — *Congeria rhomboidea* Pontian,

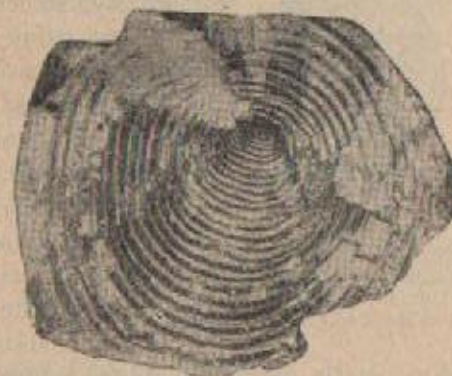


Fig. 322 b. — *Valenciennesia annulata*. — Pontian, (după Ionescu-Argetoaita).

un braț al mării meotiene pătrundeă adânc și în Carpații din regiunea Comănești-Moinești, formând un lac în care s'au depus conglomeratele, gresiile și argilele care conțin lignitul de Comănești-Asău.

În Pontian (Panonian), apele erau aproape cu totul indulcite și în argilele maronase vinete, cu puține nisipuri, cu o grosime totală de 350–800 m., se găsește o foarte bogată faună de lac indulcit cu: *Congeria rhomboidea* (Fig. 322 a.) cu scoica groasă și cu contur rombic, în Subcarpații Munteniei și Olteniei și *Congeria subglobosa*, groasă și globuloasă (Fig. 320), în Basinul Panonic (Transilvania și Ungaria), însoțite de *Cardiacee* și de *Paludine* (Fig. 321), în general neornamentate. O formă de Gasteropod, curioasă și caracteristică Pontianului, este, *Valenciennesia annulata* (Fig. 322 b.), cu cochilia în formă de con foarte turtit, cu pereții ondulați circular și cu un jghiab scobit de o parte a marginii.

În Dacian, predomină nisipurile vinete la bază, gălbui la partea superioară, cu intercalațiuni de marne vinete, cu o grosime totală de 350–500 m., în care în cele de bază, sunt cuprinse



puternicile strate de lignit ce se exploatează în Mehedinți, Gorj, Vâlcea, Argeș, Mușcel, Dâmbovița, în Buzău, etc.; în fine în tot lungul Subcarpaților Olteniei, Munteniei, și Moldovei de sud ca și în sud-vestul Transilvaniei și în Basarabia sudică. Formele caracteristice Dacianului sunt în general procurate de numeroase *Unionide* (*U. Rumanus*, etc.), și *Dreissenside* (*D. polymorpha*, Fig.



Fig. 323 — *Dreissensia polymorpha*, — Dacian, (după Ionescu-Argetoia).

323, *D. Botenica*) și mai ales de *Vivipare* (*Paludine*), care prezintă varietăți numeroase, de la formele netede și groase (*V. Popescui*), până la cele ornamentate cu numeroase dungi noduroase și încrețituri spirale. În Dacian și în special în regiunea Buzăului iau o mare dezvoltare *Cardiaceele* mari — *Psilodonții* — ca *Stylodacna*, *Psilodon*, etc. și mici ca *Prasodacna*.

Cu Levantinul, apele pliocenice se retrag din regiunile subcarpatice spre cele de câmpie, rar dacă rămân unele golfuri mici în care se sedimentează încă nisipuri de lac. În marea lor majoritate depozitele levantine sunt formate, la bază de argile, nisipuri și de prundișuri fine de râuri; iar la partea superioară de puternice pietrișuri, **Stratele de Cădești**. Afară de numeroasele forme de *Paludine* ornamentate, de *Helix* și de *Limnaeus* foarte caracteristice Levantinului sunt și *Unionidele sculptate* (Fig. 324), dela Bucovăț lângă Craiova și dela Ciufu, spre Nord de Bana, lângă Moreni.

În timpul acesta în Pliocenul marin din regiunea mediteraneană actuală, se depuneau sedimentele nisipoase de plajă ce acopăr regiunile țărmurene actuale ale Mediteranei, cu *Clypeaster aegyptiacus*, cu *Dentalium sexangulare* (vezi Fig. 198) cu *Pectunculus pilosus* și cu *Arca diluvii*, unele dintre aceste forme fiind reprezentate încă din al II-lea Mediteranian.

Faptul că în Pliocen și la începutul Cuaternarului, formele mari de Mamifere, ca Elefantul, au putut să emigreze din Asia, peste Europa, în America de Nord, arată că, în regiunea nordică, Europa era legată cu America, și poate că această legătură directă cu noul continent se făcea și în regiunea Str. de Bering.



Fig. 324 — *Poludina* (*Vivipara*) *Zelebori* (sus), *Union Geticus* (jos). — Levantin (după Ionescu-Argetoia)

În tot cazul la finele Neogenului repartitia mărilor și uscatului nu diferea mult de cea actuală, căci cutările din timpul Miocenului ridicând la înălțimi mari catenele munților actuali de pe întreaga suprafață a globului, au mărit mult uscatul dându-i mai mult sau mai puțin configurația actuală; iar la finele Pliocenului — începutul Cuaternarului, această configurație este completată prin o ridicare în masă, a regiunilor continentale alpino-carpătice cu aproape 1000 m., altitudine la care găsim ridicate în multe părți depozitele cele mai noi pliocenice (Măgura Odobeștilor, etc.). Această ridicare provoacă la rândul ei cutarea intensivă a depozitelor pliocene (Subcarpații, Bas. Transilvaniei), cute care accentuează, prin extinderea lor, și pe cele miocene ale Flișului cretacice paleogen, pe care în Subcarpații meridionali și de sud-est, le și întretaie sub unghiuri ascuțiți.

Din punct de vedere economic Pliocenul nostru are o deosebită importanță, căci, în afară de cărbunii bruni de la Comănești și de lignitul din Subcarpații meridionali și din Transilvania, în el se cuprind și cele mai bogate zăcămintele de petrol (Meotian și Dacian).

#### f) — Grupa Cuaternară.

Poate că nici una din formațiunile geologice mai vechi nu stau așa de la îndemâna ori-și-cui de observat ca formațiunile cuaternare, ele acoperind toate regiunile de câmpie ale suprafeței globului, cu depozite moi, necimentate încă, formate din **pietrișuri**, **nisipuri**, **luturi** și **löss**; depozite care au în același timp și cea mai mare importanță pentru agricultură, de care este indisolubil legată viața omenească. Astfel, Câmpia Română în valea Dunării, cu Sudul Moldovei și al Basarabiei; o parte din Câmpia Transilvană, Câmpia Tisei, etc., sunt constituite numai de depozite cuaternare.

Toate aceste depozite sunt în general formațiuni de lacuri, care au fost umplute cu **pietrișuri**, **nisipuri** și **luturi** aduse de râuri, cum se pot vedea în carierele de pietriș și de nisip din jurul Bucureștilor (Carierele Tonola); ori reprezintă **prundișuri de terase de râuri**, cum se observă la marginea zonei dealurilor, ca în regiunea dintre Ploiești-Băicoi-Câmpina, în regiunea văii Jiului între Tg.-Jiu și Bumbești; în valea Oltului, din sus de Piatra; în valea Siretului, etc.; precum ele pot reprezenta și depozite eoliene, cum sunt dunele de pe litoralul și de la gurile Tisei și din valea Du-



nării (Gura Ialomiței, Delta Dunării, etc.); ca și Löss-ul, — acest lut galben nisipos, care acopere Câmpia Română (Oltenia, Muntenia, sudul Moldovei și Basarabiei), Dobrogea, Câmpia Tisei, etc., și care a fost adus de vânturi din regiunile inundabile ale râurilor, sub formă de măr prafulit.

Formațiuni cuaternare marine nu apar decât dealungul litoralului mărilor actuale, pe continentele și insulele vecine, ori chiar pe insulele coraliene, și acestea sunt formațiuni numai litorale ori neritice, cum sunt plajele rămase pe uscat (Mamaia, Tekirghiol, Mangalia, etc.).

În regiunea nordică a Europei și în regiunea Alpilor, ca și în regiunile mai înalte ale Carpaților, Caucazului, etc., se găsesc puternice depozite de ghiețari, cu toate caracterele acestora, ca: morene, pietrișuri și luturi fluvio-glaciale, blocuri eratice, etc.; care acoper pantele munților și o mare parte din câmpiile de la picioarele Alpilor și din jurul Scandinaviei (Germania, Rusia); constituind o mărturie neîndoioasă de marea dezvoltare a ghiețarilor în prima jumătate a Cuaternarului.

Uscatul nu prezintă decât în prima jumătate a Cuaternarului oarecare mici deosebiri de cel actual. Astfel în partea nordică a Europei desigur că mai era încă legătura între continentul Europei, Marea Britanie și America de Nord; iar, în sud, Gibraltarul se formase odată cu scufundarea Mediteranei apusene; pe când Corsica, Sardinia și Sicilia aveau legături și cu Europa și cu Africa. În schimb însă Marea Neagră tocmai târziu, prin scufundarea uscatului din regiunea Mării Archipelagului, se leagă cu Mediterana orientală, care la început comunica prin scufundătura Mării Roșii cu Oc. Indian. Raporturile actuale între apă și uscat se obțin de abia în a doua jumătate a Cuaternarului.

În regiunile românești, Carpații și regiunile din jur, formau un puternic și înalt bloc continental, având la început un lac mare ce-i udă poalele în Câmpia Munteniei și Olteniei, separat complet de lacul panonic și de acela al Câmpiei Tisei ce udă poalele de apus ale Munților Apuseni, pătrunzând spre Nord până la Sighetul Marmăției. În interiorul Transilvaniei, abia dacă se mai mențineau câteva resturi din lacurile vechi, în depresiunea Sibiu-Făgăraș, în a Brașovului și a Oltului superior și în aceea a Miercurei Ciucului. Tocmai târziu, după secarea lor, se formează Dunărea și cursurile mari de apă și în zona de Câmpie.

Clima care a avut în Cuaternar o influență puternică nu numai asupra vieții, dar și asupra felului sedimentelor, a variat destul de mult. Clima caldă a Pliocenului ce domnea peste mijlocul și sudul Europei, chiar dela începutul Cuaternarului, prin ridicarea în bloc a zonelor continentale, la înălțimi mari, se răcește treptat pe întreaga suprafață a globului, astfel că regiunile vecine polilor sunt acoperite de puternice calote de gheață, care înaintază mult și spre interiorul continentelor.

Așa, de exemplu, calota de gheață ce acoperea Scandinavia, se întindea peste Anglia, peste Germania până la marginea Carpaților de Nord și peste Rusia până la Kiev (Fig. 325).



Fig. 325. — Extinderea glaciațiunii în Europa mijlocie și nordică (după de Geer).

Tot astfel ghiețarii Alpilor se întindeau până în Câmpia Franței, în sudul Germaniei, în vestul Austriei și în nordul Italiei. Chiar Munții din regiunile ecuatoriale erau acoperiți de puternici ghiețari.

În Carpați, ghiețarii ocupau zone puțin întinse, în Munții Apuseni, ai Bănățului și ai Olteniei (Massivul Parângului), în Munții Făgărașului (Negoiu, Bucegi), în regiunea Ceahlăului și în Munții Maramurășului și ai Rodnei.

În Alpi și în Scandinavia unde glaciațiunea cuaternară a fost mai bine studiată, se constată că în tot timpul acesta, ghiețarii n'au rămas staționari, ci au avut perioade de înaintări puternice,



perioade glaciiale, separate de perioade când sub îndulcirea temperaturii gheața se retrăgea spre regiunile mai înalte (Alpi), sau mai nordice (Scandinavia), **perioade interglaciiale**. Se mai constată că aceste variațiuni s'au repetat de cel puțin patru ori, și că în timpul perioadelor glaciiale, fauna și flora nordică înainta mult spre Sud; iar în perioadele interglaciiale, când clima se îndulcea, fauna de regiuni calde, silită de împrejurări neprielnice să se retragă mai spre sud, repunea iarăși stăpânire pe regiunile părăsite.

Numai după ultima retragere a ghețurilor, clima se îndulcește treptat, trecând prin clima de stepă, ce domnește imediat la finele glaciațiunii, la clima temperată a timpurilor actuale, când vechii ghețari ca și fauna și flora adaptată la temperaturi scăzute, cu formele care n'au dispărut încă, se retrag fie în regiunile muntoase înalte (Alpi, Caucaz), fie în regiunile imediat vecine Polilor.

Multe au fost motivele considerate ca provocatoare ale glaciațiunii. Cauze astronomice: variațiunile petelor solare; regim ploios abundent; prezența bioxidului de carbon în cantități remarcabile în atmosferă, datorită erupțiilor vulcanice terțiare, etc.; dintre toate acestea cea mai justă pare a fi aceea, care leagă glaciațiunea de mișcările epirogenetice, de ridicare și de lăsare, ale continentelor, cu variațiuni puternice pe verticală, ceea ce ar explica și coincidența înaintării ghețurilor cu timpul ridicărilor; iar retragerea lor cu timpul epocelor de staționare. Și aceste mișcări au fost desigur în legătură cu mișcarea de ridicare în bloc a masivelor muntoase dela finele Pliocenului, cu cel puțin 1000 m. deasupra nivelului la care se găseau înainte.

Puternica influență pe care a avut-o glaciațiunea se resimte nu numai asupra vieții ei și asupra felului sedimentelor, astfel că, din punctul acesta de vedere, Cuaternarul, în mod natural, se poate subdivide în două: **Diluviu**, care cuprinde jumătatea sa inferioară, cu glaciațiunea, și **Aluviu**, care cuprinde jumătatea sa superioară cu stabilirea climatei mai îndulcite, cu stabilirea cursurilor actuale de apă și care se continuă și în zilele noastre.

**Diluviu. Vieța terestră** în Diluviu prezintă variațiuni importante. La început se mai găsesc încă urmașii **Proboscidiienilor** pliocenici, ca: *Elephas meridionalis*, alături de care se găsește încă dela început *Elephas antiquus*, cu lamelele de smalt de pe coroană ceva mai dese, însă nu așa de dese ca acele ale *Mamutului* (vezi Fig. 309) — *Elephas primigenius* —, care împreună cu *Rhinoceros tichorhinus (antiquitatis)*, din cauză că aveau o blană cu păr lung

și des, puteau suporta cele mai puternice geruri în timpul glaciațiunii.

În ghieturile Siberiei s'au găsit numeroase exemplare de *Mamut* și de *Rinocer*, conservate mai mult sau mai puțin complete, în carne și piele, astfel că reconstituirea acestor forme s'a putut face în bune condițiuni.

Alături de aceste mari mamifere, mai trăiau în Diluviu: *Hipopotamul*, *Calul sălbatic* (*Equus fossilis*), *Cerbul gigantic* (*Cervus-Megaceros-giganteus*, Fig. 326); *Renul* (*Cervus-Rangifer-tarandus*);



Fig. 326. — *Cervus giganteus*  
— Cuaternar.



Fig. 327. *Bos priscus* (sus)  
*Bos primigenius* (jos)  
— Cuaternar.

*Căprioara* (*Capra ibex*), *strămoșii bouului* (*Bos primigenius* și *Bos priscus*, Fig. 327.); *Leul de caverne* (*Felis spelaea*), *Ursul de caverne* (*Ursus spelaeus*, v. Fig. 318.); *Hiena de caverne* (*Hyaena spelaea*); îngrozitorul *Tigru* cu caninii în formă de pumnale (*Machaeodons leoninus*, v. Fig. 217); și în fine *Lupul*, *Cănele sălbatic*, *Vulpea*, etc.

Fauna aceasta diluvială venită din Asia în Europa, se găsește răspândită și în America de N., ceea ce arată că Europa cu America de Nord avea încă legături directe pe la Nord. În America de Sud, care nu era încă unită cu cea de Nord, din cauza izolării sale avea la început o faună proprie de **Nedintate gigantică**. Din momentul când, în Cuaternarul mijlociu, ea s'a unit cu America de Nord, fauna aceasta din urmă, compusă din erbivore și mai ales cea de carnivore, invadând-o, a făcut să dispară fauna sa proprie în lupta pentru trai. Un exemplu de dispariție ni-l prezintă și calul, care



deși există în Cuaternar în America de Nord, fiind venit din Europa odată cu Mastodontii, el dispare la finele Cuaternarului și tocmai în timpurile istorice el este reintrodus de om.

Cu indulcirea climei, după retragerea ghietaților, multe din formele nordice sau cele adaptate la clima rece, ori se retrag spre Nord, cum a fost *Renul*, ori către regiunile înalte ale munților ca *Marmota*. De altfel imediat după retragerea ghietaților se stabilește în Europa mai întâi o climă ca de stepă, ca cea nordică rusească (Tundra), care trece treptat, la o climă de stepă curată, mai caldă, când multe dintre formele refugiate spre Sud din cauza asprimei gerului, se reintorc. Astfel se explică și faptul că în România trăia pe timpul acesta și *Cămila* (*Camelus alutensis*), găsită în Cuaternarul de pe malurile Oltului (Slatina), cu ocazia săpăturilor pentru calea ferată.

În timpul climei de stepă desigur s'a depus și Lössul, ca praf provenit din materialul glacial și adus de vânturi și sedimentat în strate groase peste relieful câmpiilor. În el se găsesc rari resturi de unele *Gasteropode* mici, de uscat ca: *Succinea oblonga* și *Pupa muscorum*.

În ultima fază a Diluviului, fauna de stepă este treptat înlocuită cu fauna de pădure, în care predomină *Calul*, *Căprioara*, *Porcul sălbatic*, etc.

Nici fauna marină n'a rămas neinfluențată de glaciațiune, căci *Molusce nordice* ca *Cyprina islandica* și *Foldia arctica*, în timpul Diluviului, emigrează din apele nordice până în Mediterană.

De asemenea și flora este mult influențată în Diluviu, căci pe lângă plantele cari trăiesc încă și azi, în timpul perioadelor de înaintare ale ghietaților, se instalează, în regiunile din mijlocul Europei și forme polare ca: *Salix polare*, *Betula nana*, *Dryas octopetala*, etc.

Având în vedere numai fauna de Mamifere, Diluviul se desparte în cinci zone grupate în următoarele trei serii.:

Preglacialul

1. Zona lui *Elephas meridionalis*, corespunzătoare timpului dinaintea de stabilirea ghietaților. În Preglacial s'au format, după DEPERAT și CHAPUT, și terasele superioare, de 90—100 m. și de 55—60 m., ale râurilor (fără resturi umane).

Glacialul

2. Zona lui *Elephas antiquus*, *Hippopotamus amphibius* cu *Rinocerit* cu septa nazală încă neosificată ca *Rhinoc. Mercki* — cu epoca omului chellean, în parte și acheulean, și formarea teraselor de 30—35 m.
3. Zona lui *Elephas primigenius*, cu *Rhinoc. tichorhinus* cu septa nazală osificată — cu Epoca omului acheulean și musterian, și formarea teraselor de 15—20 m.

Postglacialul

4. Zona *Renului* (climă de stepă), cu *Mamutul* și cu *Rinocerul* — cu Epoca omului magdalenian, în partea superioară a terasei de 15—20 m.
5. Zona *Cerbului* (climă de pădure), care face trecerea spre cea actuală.

Deși fauna Cuaternarului, cu excepția genurilor noi de *Elephas*, *Equus* și *Bos*, nu este decât o urmare a celor din Pliocen, totuși una dintre formele animale și anume *Omul* — genul *Homo* — caracterizează perfect de bine această grupă; căci în adevăr, primele resturi care ne-ar îndreptăți să le considerăm ca primele începuturi ale acestui gen, sunt resturile descoperite într-o cenuză vulcanică în Cuaternarul inferior din Java, aparținând speciei *Pithecanthropus erectus*, un fel de maimuță superioară, cu port omenesc.

Cu toată raritatea resturilor fosile, s'au putut totuși găsi unele urme care ne îndrumă a descifra și calea evolutivă a omului geologic, a omului fosil sau preistoric. Aceste resturi sunt de două feluri: unele reprezentând părți de schelet omenesc conservate; altele, diferite instrumente cu care omul se ajută în lupta pentru trai.

În general instrumentele din timpul Diluviului erau cioplite numai în piatră și nelustruite, și paralele cu ele craniile omenesti găsite prezintă caractere de inferioritate, cu fruntea îngustă și împinsă înapoi, cu arcurile sprâncenelor foarte proeminente, cu maxilarul inferior foarte puternic dezvoltat și cu bărbia dată înapoi.

Considerând diferitele vârste de culturi omenesti din Diluviu (urme ale vieții omenesti), în raport cu zonele de mamifere diluviale, găsim că cea mai veche cultură cunoscută, cea Chelleană (Chelles, lângă Paris), ar corespunde zonei lui *El. antiquus*; cea Musteriană (Moustier, în Dordogne), ar corespunde zonei Mamutului (*El. primigenius*) și cea Magdaleniană (Peștera Madelaine, în Dordogne), ar corespunde zonei Renului.



Aluviul nu face decât să continue Cuaternarul, imediat după retragerea ghietașilor și restabilirea climii, până în zilele noastre, când trece la timpurile actuale. Fauna sa este caracterizată în special prin dispariția formelor diluviale, ca: *Mamutul*, *Ursul* și *Hiena* de caverne, etc.; dar mai ales prin progresele realizate de om, care trece de la vârsta pietrei numai cioplite la aceea de piatră lustruită și de aici, prin aceea a aramei și a bronzului, la aceea a fierului care durează și în timpurile istorice.

Din punct de vedere tectonic, în comparație cu Neogenul, Cuaternarul pare a fi destul de liniștit. Numai în timpul Diluviului, se constată în regiunile cutate puternice mișcări epirogenetice de ridicare cu staționări, cu tendința generală însă de ridicare, căror le corespund formarea celor 3—4 terase ale râurilor actuale; iar în legătură cu scufundările din regiunea mediteraneană și din jurul ei, apar noii vulcani, unii dintre ei găsindu-se și azi în activitate.

În timpul acesta Câmpia Română în regiunea Focșani-Galați și partea de nord a Câmpiei Tisei se găsesc în continuă scufundare, influențând astfel și direcția cursurilor de apă.

### Omul fosil — Omul preistoric.

Resturi fosile de om sunt foarte puține și ele datează numai de când el a început să-și îngroape morții; stadiu evolutiv destul de înaintat. Și dacă geologicește vorbind studiul evolutiv al genu-



Fig. 328. — *Homo Heidelbergensis* (falca inferioară).

lui uman stă mult în urmă studiului multor alte forme de viață, aceasta nu se datorește numai rarității resturilor, ci în bună parte și piedecilor de tot felul, puse, până de curând, tuturor încercărilor unui studiu serios al acestor resturi, nedorindu-se ca prin aceasta să se găsească prea multe date care ar lega geneticește pe om de restul vieții animale.

Mai sunt încă și azi de cei cari cred, că dacă ar admite că omul are legături de înrudire cu restul vieții animale și în special cu cele mai superioare dintre **Primate (Maimuțe)**, aceasta l-ar degrada; găsind că-i mai lăudabil să admită, că el a obținut în dar și fără vre-un efort de perfecțiune, toate calitățile sale sufletești și intelectuale; decât să admită că toate aceste calități el și le-a dobândit, prin perfecționări succesive, într-o lungă perioadă de timp, trecând treptat de la viața sălbatică de **primit antropomorf**, de felul lui *Pithecanthropus erectus*, la omul civilizației actuale, grație dezvoltării inteligenței, această formidabilă pârghie a progresului genului uman.

Oare dacă Paleontologia și Anatomia comparată găsește înrudiri foarte apropiate între om și maimuțele antropomorfe, superioare, nu cumva omul își pierde ceva din demnitatea sa omenească? De altfel aceștia nu țin seamă, în credința lor greșită,

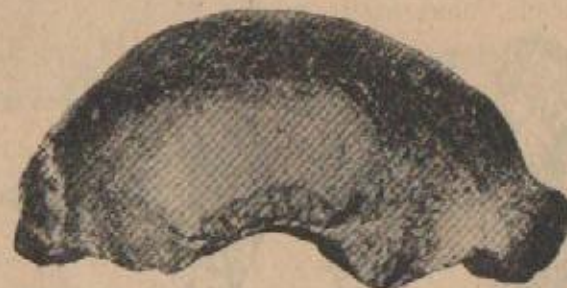


Fig. 329. — Teasta capului de om de la Neanderthal, de profil (după Krapelin).

nici de unitatea vieții, care întărește unitatea puterii creatoare, nici de faptul că multe din calitățile lor omenești, le au și celelalte ființe vii și unele poate într-un grad chiar superior multor oameni.

**Resturi fosile omenești.** Cele mai vechi resturi umane găsite în Europa, sunt reprezentate prin o falcă găsită în nisipurile de la **Maier** lângă Heidelberg (Fig. 328), craniul de la Neanderthal (Fig. 329) și scheletul găsit la **Krapina**, în Croația, toate contemporane cu *Elephas antiquus*, din Diluviu. Toate celelalte resturi găsite, mai ales în Franța, datează fie de la finele Diluviului, fie că sunt și mai noi. Resturi mai noi însă și chiar numeroase schelete întregi, se cunosc azi în număr destul de mare, în special din peșterile din Franța meridională.



În general aceste resturi considerate după forma craniului, aparțin la trei rase umane vechi.

1. **Rasa de Neanderthal**, (râul Neander, lângă Düsseldorf Fig. 329) și resturile dela **Spy** (Belgia), au craniul foarte **dolicocefal**, turtit pe laturi, cu fruntea împinsă înapoi, cu arcadele sprâncenelor foarte ieșite și cu bărbia foarte slab pronunțată. Indivizii acestei rase par a fi fost scurți și robuști.

2. **Rasa de Grimaldi**, cunoscută prin două schelete găsite într-o grotă lângă Menton (Comuna Grimaldi, Italia), cu craniu **brachicefal**, cu fața lată, cu nasul turtit și cu botul foarte pronunțat; rasă de talie mijlocie, ce amintește tipul negrilor africani.

3. **Rasa de Cro-Magnon**, în Dordogne, stabilită prin găsirea a numeroase oseminte și schelete omenești și în alte localități, avea craniu **dolicocefal**, însă fruntea înaltă și bombată și arcadele sprâncenelor mai puțin pronunțate. Ea este cea mai superioară rasă, ca evoluție, dintre aceste trei.



Fig. 330. — Pumnale și vârf de lance, cioplite din cremene de omul preistoric.

Primele două rase sunt diluviale, a treia datează din timpul postglacial, când domnea deja clima de stepă.

**Instrumente și obiecte de artă.** Dacă resturile umane sunt rari, obiectele fabricate de om, în special armele și instrumentele de luptă, se găsesc în mare număr și ele se pot clasa în mai multe stadii de dezvoltare progresivă.

Primul stadiu este acela al instrumentelor de **piatră cioplită** — **epoca paleolitică**, — care datează din glacial, lucrate mai ales din cremene (silex), ca: **pumnale**, **răzătoare** (pentru piei), **topoare**, **vârfuri pentru săgeți** (Fig. 330), **dălți**, etc. Desigur că

acesta nu-i un stadiu primitiv, căci până ce omul a ajuns să fasoneze pietrele, spre a le întrebuința ca arme și ca instrumente în lupta pentru trai, a trebuit să treacă o durată evolutivă destul de lungă, în care el s'a servit ca arme de tot ce i-a stat la îndemână, ca pietri și crengi, cum fac și unele maimuțe superioare astăzi.

În stațiunile bogate în astfel de instrumente și în resturi umane, și în special în peșterile pe care omul le locuia în timpul Diluvului, ca o dovadă de progresul evolutiv înaintat al lui, se



Fig. 331. — Un Ren (sus) și un Mamut (jos), gravate de omul cavelor pe oase de animale.

găsesc și unele încercări de artă, ca gravarea pe oase (Fig. 331), și pe sisturi ardeziene; ori desenarea pe pereții peșterilor, sau modelarea în lut, uneori destul de bine reușită, a animalelor contemporane ca: Mamutul, Calul, Renul, Foca, chipuri omenești, etc.; unele



Fig. 332. — Topor de piatră lustruită.

dintre aceste chipuri fiind chiar colorate cu roș și cu negru.

După perioada glacială, când omul părăsind peșterile adăpostite se stabilește la câmpie, el întrebuințează instrumente tot de piatră dar le lustruiește — **epoca neolitică** (Fig. 332), având topoarele și ciocanele găurite pentru pus în coadă; iar aproape de tot de timpurile istorice, prin cunoașterea metalelor, instrumentele încep a fi făcute din **cupru** și apoi din **bronz** — **epoca bronzului** — și în fine, din fier, — **epoca fierului**, care ține și în zilele noastre. De altfel, numai grație europenilor s'au înlocuit aproape complet instrumentele de piatră lustruită. Căci această industrie s'a perpetuat la unele popoare sălbatice din Australia, până la venirea Europeanilor în contact cu ele și chiar și azi se mai fabrică cu toate că industria modernă a fierului le-a înlocuit aproape complet.

**Monumente.** De la omul cuaternar se păstrează și unele monumente, al căror mod de execuție ca și însemnătate, nu este încă bine stabilită; în tot cazul ele au fost, ori de la început, ori mai



târziu, întrebuințate ca monumente mortuare. Între acestea sunt unele formate din pietri mari gigantice, așezate vertical, numite **menhir**, uneori izolate, alte ori aliniate mai multe în șiruri, sau



Fig. 333. — Șiruri de Menhiruri (sus) și un Dolmen văzut în interior (jos), (după Robin).

asezate în circulație. Altele sunt formate de lespezi enorme așezate pe lat, ca mesele, și suportate pe alte pietri mai mici, puse vertical, numite **dolmen**. Dolmenele de multe ori se aliniau, formând **galerii**. S-au găsit și dolmene acoperite cu pământ numite **tumulus**, având deasupra câte un menhir, și se crede chiar că forma de tumulus ar constitui monumentul complet, celelalte nefiind decât resturi, descompuse de vreme, ale acestei forme monumentale (Fig. 333).

În România, oseminte vechi omeneste nu se cunosc încă, se cunosc însă numeroase instrumente de piatră din Cuaternar, ca topoare și ciocane, atât nelustrate cât și lus-

truite — epoca paleolitică și neolitică —, unele din acestea din urmă fiind foarte bine lucrate; iar roca mai des întrebuințată este serpentina și diabolul, în special la instrumentele găsite în Gorj (de la dintre Voitești și Mușetești). Epoca bronzului de asemenea se găsește reprezentată prin câteva obiecte, ca: vase, brățări, topoare și pumnale, găsite în valea Prahovei (Sinaia și Predeal) și care, după analizele chimice, erau fabricate din minereurile de aramă dela Baia-de-Aramă din Gorj. Transilvania este însă foarte bogată în instrumente de

bronz și acestea se deosebesc de cele din Oltenia, prin conținutul lor în argint, minereurile de cupru din Transilvania conținând și argint.

Primele începuturi ale epocii de fier, se găsesc reprezentate prin unele arme, în forme de coase, și prin zăbale de frâie pentru cai, foarte grosolan lucrate găsite în peșterile din jurul Băii de Fer și Polovragilor, în Gorj.

Dintre Mamiferele fosile mai des întâlnite în România numite **oase de jidov** (de uriaș), sunt cele de Mamut, de Cerb, de Cal, etc.; și în Muzeul de Zoologie din București există un exemplar completat din mai multe resturi de *Dinotherium* (*D. gigantissimum* Ștefănescu); iar în Muzeul Universității din Cluj, un schelet complet de *Ursus spelaeus*, din peștera dela Onceasa. Interesante mai sunt resturile de *Cămilă*, găsite în malul Oltului la facerea căii ferate dela Slatina; resturile de *Machaerodus* din terasa superioară a apei Drăgăciului, în Mușcel, și numeroasele resturi necomplete de *Ursul de caverne* foarte răspândit în peșterile din Munții Apuseni și în peștera de sub Vl. Stogu, pe stânga apei Cheia, în Culmea Burila, din Vâlcea.

Desigur că cercetate mai bine, peșterile din Oltenia și din Munții Apuseni ne-ar procura și resturile umane fosile.

### Potopul cel mare sau Potopul lui Noe.

Legenda potopului biblic a trecut și în geologie, în denumirea de **Diluviu, formațiune diluvială**, etc., deși nu-i nici-o legătură între această legendă și revărsările prea locale și de puțină importanță ale cursurilor de ape din Cuaternar, din cauza topirii ghietei în timpul retragerii ghietaților.

Ca să ne putem orienta asupra acestei legende să vedem pe scurt, cum ne-o spune Biblia. Legenda biblică povestește (Genesa, cap. VI. 11—IX.), că Dumnezeu chemând pe Noe îi zice: „*Sfârșitul a tot ce este vieață (carne) a venit înaintea mea; căci pământul este plin de păcate în ochii mei. Fă-ți o corabie din lemn de chiparos, cu mai multe despărțituri și o vei unge cu catran pe dinăuntru și pe dinafară*”. Noe se supuse și la un nou ordin, sui în corabie și pe soția sa și pe cei trei feciori cu trei nurori; cu câte șapte perechi din animalele curate cari trăiau pe pământ, ca: patrupede, reptile și păsări, și câte două perechi din cele necurate; și după ce se aprovizionează cu de ale hranei, se suie și dansul în corabie.



*„Toate apele adâncimilor și stăvilarele cerului fură deschise. Și a plouat pe pământ 40 de zile și 40 de nopți. Apele au crescut acoperind toți munții înalți ce se răsesc sub cer. Și orice ființă vie, om ori animal, a fost exterminată. Apele stăpâniră uscatul timp de 150 zile. Atunci Dumnezeu își aminti de Noe și făcu să sufle un vânt peste uscat”. „Apele descrescură încet într-o altă perioadă de 150 de zile și în fine, corabia se opri pe Muntele Ararat”. După 40 de zile, în care timp dânsul a cercetat uscatul cu un corb și cu un porumbel, Noe se dă jos din corabie cu familia și cu animalele ce erau închise cu el. Imediat ce s'a stabilit pe uscat, Noe ridică un sacrificiu. Dumnezeu primește sacrificiul și promite „de acum mai locuiești în pământ și în toată ființa vie” și binecuvântând pe Noe și pe fii săi, ca cheazășie a învoiei făcute, le arată semnul curcubeului pe cer.*

Pe lângă textul ebraic, rezumat aci în câteva rânduri, despre acest fenomen mai povestesc și alte scrieri, ca: cărțile sfinte ale Hindușilor și Iranienilor; legendele grecești ale lui Ogyges și Deucalion; dar mai ales el se găsește descris în Tablele cu scriere cuneiformă din biblioteca regală de la Ninive, ca și în fragmentele povestirilor lui Beros, preot babilonean.

Comentatorii mai vechi au admis universalitatea acestui fenomen; cei mai noi însă observă aci și cu drept cuvânt, că pentru Noe universul se reducea numai la petecul de pământ locuit și cunoscut pe atunci.

În ultimul timp marele geolog vienez Suess, analizând toate aceste scripte, ajunge să stabilească, că în adevăr legenda potopului reprezintă povestea unui groaznic dezastru, întâmplat în regiunea gurilor Tigrului și Eufratului, într'un timp, ulterior Diluviului geologic, când civilizația omenească era destul de înaintată spre a-l putea ține minte.

Fenomenul s'ar fi petrecut astfel:

Cauza principală a potopului s'ar fi datorit unui puternic cutremur de pământ care a avut loc în regiunea Golfului Persic, sau mai la Sud, precedat de cutremure mai mici (semnele prevestitoare).

În timpul maximului de violență a cutremurului, s'a deslănțuit și un puternic ciclon, care venind din spre Sud, a pătruns în Golful Persic, cum se întâmplă des în părțile acestea ale Oceanului Indian.

Astfel grație cutremurului, apele Golfului Persic, fiind umflate

și de puterea ciclonului, au pătruns dinspre mare spre uscat, distrugând tot în calea lor, ducând astfel și corabia lui Noe, după legenda ebraică (corabia lui Hasis-Adra, după tablele dela Ninive; sau a lui Xisurthros, după povestirile lui Beros), înspre interiorul uscatului, până peste colinele din apropierea Tigrului.

Că astfel trebuie interpretate lucrurile, o dovedește și faptul că toate aceste legende sunt de acord, că apele s'au umflat dintr-o dată, ceea ce nu s'ar fi putut întâmpla dacă inundația ar fi venit din cauza ploilor; precum și prin faptul că corabia lui Noe a fost împinsă spre munți, iar nu spre mare, cum ar fi fost normal dacă inundația ar fi venit dinspre uscat.

Gurile Indului și mai ales ale Gangelui și Brahmaputrei au fost foarte des încercate de astfel de cataclisme și toate au avut aceleași cauze: cutremure de pământ unite cu cicloni, deslănțuți dinspre mare în spre uscat.

De altfel în timpul cutremurilor de pământ din regiunile joase și inundabile, prin crăpăturile ce nasc în scoarță, tăsnesc în valuri puternice și apele subterane, clar amintite de legendă când spune că „apele abisurilor” s'au deschis; iar ciclonii stârniți de cutremur sunt însoțiți în general și de ploi torențiale, cu fulgere și trăsnete înspăimântătoare, fenomene redată iarăși bine de legendă, când spune că „stăvilarele cerului fură deschise”. Însă nici ploile, nici ivirea apelor subterane, n'ar fi fost suficiente ca să explice grandiozitatea fenomenului relatat de aceste legende, dacă nu ar fi intervenit umflarea apelor marine de cutremur și de puterea ciclonului și invadarea lor peste uscatul din jur.



## V. PRIVIRE GENERALĂ ASUPRA GEOLOGIEI ROMÂNIEI.

### (Sinteza Carpaților actuali).

Diferitele regiuni ale ținuturilor românești se grupează în jurul Carpaților, ca părți integrante ale unui tot ce formează corpul Țării noastre, susținut de această catenă de munți ca de o puternică coloană vertebrală. Și după cum un corp unitar este alcătuit din diferite aparate și organe, al căror rol este ca, ajutându-se reciproc, să contribuie în mod armonios la buna sa dezvoltare; tot astfel și pământul Țării noastre este alcătuit din unități organice, deosebite din punct de vedere geologic, care, prin constituția lor, prin bogățiile minerale ale subsolului lor, nu numai că se ajută completându-și lipsurile, dar ne pun în măsură să explicăm și felul geologic și tectonic de prezentare actual al regiunilor carpatice românești.

Astfel, arcul Carpaților, dela „Porțile de Fier” până în Maramurăș și Munți Apuseni, cu minunatele lor bogății în minereuri, în roce utile și păduri, este ajutat în exploatarea și industrializarea acestora, de importantele izvoare de energie naturală, conținute în stare latentă în cărbunii de pământ, în petrol și în gazele naturale, cu care din belșug sunt dotate zonele deluroase din Bănat, Transilvania și Subcarpați; pe când câmpiile din jurul lor, cu terenurile lor de cultură, întinse și mănoase și cu vegetația lor bogată, le mijlocește un trai înbelșugat, prin produsele lor agricole de tot felul. La rândul lor râurile mari ce le străduiesc pe toate, de la munte, peste dealuri și câmpii, până la mare, ca și liniile de comunicație stabilite dealungul văilor, leagă așa de strâns vicața acestor unități, prin schimbul de produse ce mijlocește între ele, încât se poate cu adevărat zice că nici o țară pe lume nu este așa de armonios alcătuită ca România Mare din zilele noastre.

### Unitățile tectonice, structurale, ale subsolului Românesc.

Din punct de vedere structural, subsolul românesc se poate despărți în mai multe unități tectonice, deosebite atât din punctul

de vedere al constituției lor, cât și din punctul de vedere al rolului ce au jucat în trecutul geologic al pământului românesc.

Considerând această împărțire dintr-un punct de vedere tectonic cu totul general, pământul românesc se poate subdivide mai întâi în două mari subdiviziuni:

A) **Regiunile carpatice**, cuprinzând aici toate zonele carpatice vechi și noi, cutate sau nu și care formează un tot mai mult sau mai puțin intim legat.

B) **Regiunile periferice**, în care se cuprind toate unitățile structurale din față (Avant-pays, Vorland), ce înconjură în afară arcul carpatic și care a contribuit mult prin jocul lor tectonic la desăvârșirea structurii actuale a regiunilor carpatice.

### A) Regiunile carpatice.

Sub denumirea de regiuni carpatice se cuprind următoarele unități individualizate:

1. **Carpații vechi sau Catenele Dacice**, constituiți din sisturi cristaline și roce eruptive vechi și din formațiunile paleozoice și mezozoice mai vechi, strâns legate de ele; cuprinzând aici și depresiunile interne zonei lor de extindere. Catenele acestea trebușese considerate ca formând un tot, un **Bloc central carpatic** unitar și pe vremuri (în Paleozoic și Mezozoic) în directă legătură cu zona centrală a Alpilor; bloc înbucătățit și petecit azi, prin o puternică scufundare în regiunea centrală — Depresiunea Panonică, — înconjurată de depresiuni secundare periferice.

În adevăr dacă privim o hartă tectonică generală a Europei centrale (Fig. 334) și avem în vedere numai zonele de extindere ale Cristalinului, Paleozoicului, și Mezozoicului inferior și mediu; în prima linie suntem izbiți de trei fapte ce se impun imediat. Primul, este legătura de continuitate manifestă dintre Alpii centrali și petecile blocului central al Carpaților; al doilea este, dispoziția acestor petece în jurul Depresiunii Panonice, pe două trepte inegal scufundate și despărțite între ele prin depresiuni periferice marelui depresiuni, și al treilea este că, dacă comparăm zona centrală a Alpilor cu Blocul central al Carpaților, cu care cel puțin în Paleozoic și în Mezozoicul superior formau împreună un bloc continental unitar, zona centrală a Carpaților considerată din Sud, dela cursul Savei, unde ia contact cu Dinarizii și până în Nord, are o mult mai mare extindere ca aceea a Alpilor centrali.



Fig. 334.



Să analizăm acum mai de aproape resturile Blocului central al Carpaților, care, după cum am spus, se dispun în jurul mare

Depresiunii Panonice, de direcție NNE-SSW, pe două trepte neegal scufundate și separate prin depresiuni periferice; depresiune ce cu drept cuvânt a fost comparată cu depresiunea Mediteranei Occidentale (Ed. Suess). Astfel, dacă considerăm maximum depresiunii pe o zonă ce ar porni din Sud, dintre confluența Dravei și Tisei cu Dunărea și până la Nord, la cotul nordic al Tisei, găsim pe latura de ENE a scufundăturii, o primă treaptă, așa de scufundată, încât numai rocele mezozoice mai ies la iveală, reprezentată prin petecile din regiunile **Bakony**, **Vértes** și **Gran**, în sudul Dunărei și cele dela **Văcz**, **Matra** și **Bükk**, în nordul ei, în petecul acesta din urmă găsiindu-se reprezentat și Paleozoicul.

În afara zonei acesteia, se ridică treapta periferică, mult mai puțin scufundată, formată din petece mult mai mari, mai puternice și mai strâns legate de Alpi, ca: **Munții Leitha**, **Carpații Mici** și **Tatra**, treaptă care se găsește separată de prima prin **Depresiunea Raabului** (**Győr**), și prin **Innerer Guertel**. În spre E și SE, ambele trepte sunt mai adânc scufundate, **Munții Mecsek** formând continuarea treptei interne; iar **Munții Ivanceica**, **Sljemen**, **Carie**, **Bilo**, **Psunj** și **Djel** formând continuarea treptei externe, mai intim legate de Alpi și care prin petecile **Frusca-Gora** și **Vârșet** închid extremitatea meridională a depresiunii, ce în partea aceasta interesează chiar marginea de NE a Dinarizilor. Marginea de ESE a Depresiunii Panonice se găsește și ea împrejmuită de două trepte inegal scufundate. Cea internă, mai adânc scufundată, este formată din cea mai mare parte a Munților **Bănatului**, din întreg massivul **Munților Apuseni** și din petecile nordice reprezentate prin: **Munții Plopișului** sau **Meszkes**, **Bieu** și **Preluca**. În Sud aceasta treaptă se leagă direct cu treapta externă mult mai dezvoltată și mai puțin scufundată, formată de **Munții Getici** în **Carpații Sudici** și de **Munții Bistriței** în cei orientali și de NE; treapta externă fiind separată de cea internă prin depresiunea **Basinului Transilvaniei**, care numai pe la Nord comunică larg cu Depresiunea Panonică, pe când pe la Sud, dealungul **Murășului**, comunicarea este mult îngustată.

2. **Carpații Flișului**, formează o zonă de Cretacic-Paleogen exterioră și adăogată ulterior (în Miocen) la marginile externe ale Catenelor Dacice, și cari, cel puțin în regiunea orientală și de NE, constituiesc azi creasta înaltă a Carpaților actuali.

3. **Subcarpații**, alcătuiți în general numai din formațiuni terțiare, constituiesc ultimul și cel mai nou adaos de cute (finele



Pliocenului) marginei externe a Carpaților Flișului, pe care-i înconjoară de jur împrejur.

Aceste trei mari unități, considerate în întregul lor, se dispun în zone de cute descendente spre exterior, care sunt separate între ele prin puternice fracturi longitudinale, după care, fiecare zonă considerată în total, încalcește peste unitatea tectonică imediat exterioară. Astfel, în tot lungul lor, petecile treptei externe a Catenelor Dacice sunt limitate spre exterior (în afară), de linii de fracturi după care încalcește peste depozitele Flișului Carpaților. La rândul său Flișul este mărginit și el de o puternică fractură, după care încalcește peste depozitele Subcarpaților; iar aceștia la rândul lor sunt mărginiți tot de o fractură puternică, după care încalcește peste marginile scufundate ale unităților din față (avant-pays) cu care vin în atingere.

În spatele său (Arrier-Pays, Hinterland), dealungul Săvei, Blocul central carpatic ia contact cu Dinarizii până la Morava. Și de și toată această regiune de contact este adânc influențată de scufundătura Depresiunii Panonice având în vedere că în Alpii Orientali, zona lor centrală este separată de Dinarizii, mai scufundați, prin cea mai puternică și mai lungă fractură ce se cunoaște până azi în Alpi — **Fractura Giudicaria** — care în Alpii Orientali trece pe la Sud de Munții Karavanken, și având în vedere deosebirea de direcție dintre cutole Dinarizilor, care este NW—SE și aceea ale petecilor orientale și sudice ale Blocului central al Carpaților; nu mai rămâne nici o îndoială, că Dinarizii sunt separați de Blocul central carpatic tot prin o fractură puternică, în continuarea liniei Giudicaria din Alpii Orientali, de unde începe și o arcuire a acestora spre ESE. Această fractură se continuă desigur și la limita dintre cutole Balcanilor și ale Dinarizilor în toată Peninsula Balcanică.

### B. Regiunile periferice exterioare.

De jur împrejur în fața (Avant-pays, Vorland) arcului Carpaților, găsim o serie de unități tectonice independente, separate atât între ele cât și de Carpați prin puternice fracturi transversale ori longitudinale, și prin al căror joc de scufundare și de subîmpingere (MRÄZEC) înspre Carpați, la intervale deosebite, au provocat nu numai cutarea, dar au influențat și direcția în spațiu a cutelor zonelor carpatice.

1. **Platforma Podolico-Rusă**, așezată în fața Carpaților de NE, este de sigur cea mai importantă regiune vecină lanțului Carpaților. Ea reprezintă o veche carapace (de Cristalin-Paleozoic inferior) a scoarței globului, care înaintează dinspre mijlocul Rusiei până peste Nistru și Prut, având regiunea frontală actuală ruptă, în cel puțin două trepte, care se găsesc scufundate și subîmpinse Subcarpaților. Aripa ei nordică, rătăzită la râul Vistula de o puternică fractură transversală (**Falia Vistulei**), este mult scufundată, formând **Depresiunea Volhînică**, din care cauză, în dreptul ei, arcul Carpaților Flișului face un mare ieșind, datorită ușurinței cu care atât Flișul cât și Subcarpații și-au putut revărsa cutole în afară.

Și aripa sudică a acestei platforme se găsește scufundată, însă aici în două trepte. Prima treaptă o formează porțiunea ce suportă **Platoul (sarmatic) Moldovei**, mai puțin scufundată și limitată prin două falii transversale și de direcție aproape W—E, dintre care una în dreptul Cernăuțului (**Linia Cernăuțului**) și alta pe linia Onești-Bârlad, numită **Falia Trotușului**. Marginea apusă, frontală a Platoului Moldovei, este și ea fracturată și dela Siret spre W se găsește scufundată și subîmpinsă Subcarpaților orientali. Dela linia Trotușului spre Sud, până la gura Siretului și la Dunăre, urmează Depresiunea moldo-basarabiană puternic scufundată și suportată de ultima treaptă deslipită din aripa sudică a Platformei Podolico-Ruse, depresiune care o limitează în Sud, în tocmă cum o termină spre Nord Depresiunea Volhînică, prilejindu-se și aici, ca și acolo, o mai puternică revărsare a cutelor Flișului și Subcarpaților. Asemănarea între aceste două depresiuni marginale este destul de mare, căci și cea sudică este limitată în afară de o puternică fractură pe linia **Nămoloasa-Focșani-Galați-Tulcea**, fractură care o desparte de Dobrogea de Nord, ce se ridică ca un stâlp (**Horst**) în fața ei și pe care o rătăzează; după cum în fața Depresiunii Volhînice se ridică capetele Munților Sudeți și ai Sandomirului rătăzate prin fractura Vistulei.

Astfel privită Platforma Podolico-Rusă, vedem că ea reprezintă o veche și puternică carapace orizontală, ce se întinde între falia Vistulei și falia nordică a Dobrogei, având mai multe compartimente ce se lasă în trepte transversale, din ce în ce mai scufundate spre cele două falii limitate, unde scufundarea atinge maximum. Marginea frontală, din spre Carpați, a tuturor acestor compartimente, este fracturată în trepte, treptele găsindu-se scu-



fundate și subinpinse, din ce în ce mai adânc, în fundamentul Subcarpaților, pe care-i îngrămădește în cute strânse și revărsate peste ea.

## 2. Dobrogea nordică și Sudeții.

În Paleozoicul superior și în contact anormal cu marginea de SW a Platformei Podolico-Ruse, se găsește un puternic lanț de munți de direcție NW-SE, din care azi nu s'au mai păstrat decât două mari petece: în NW Sudeții cu colinele Sandomirului și extremitatea de SE Munții Măcinului în Dobrogea de Nord (și în prelungire, Munții Crimeii și Caucazului).

Toată regiunea cuprinsă între aceste două mari petece s'a scufundat dela începutul Mezozoicului, iar pe ruinele porțiunilor scufundate s'au depus formațiunile ale căror cutări succesive, în Cretacicul mediu și în Terțiarul mijlociu, au dat naștere lanțului cutelor carpatice.

De altfel, influența acestor vechi cute (varisce), scufundate în fundamentul Carpaților, se poate observa și azi, manifestată pe două căi: una petrogratică și alta tectonică directrice. În adevăr, în toate rocele detritice ale formațiunilor Terțiarului inferior și mediu din Carpații Flișului și din Subcarpați, găsim elemente conglomeratice și brecioase de roce eruptive și de sisturi cristaline-verzi, împrăștiate din belșug în toată întinderea lor, dela curbura meridională până la curbura din Depresiunea Volhinică; roce care azi nu mai apar vizibil decât în Munții Măcinului din Dobrogea de Nord și în regiunea Zips (Carpații nordici). Pe de altă parte, cutele Carpaților Flișului și în special cele din zona dintre izvoarele Prutului și Vistula, formează numeroase creste paralele de direcție NW—SE, datorită desigur influenței directrice a cutelor varisce scufundate, din fundamentul lor, influență ce se răsfrânge și asupra văilor superioare din această regiune.

Atât Sudeții cât și horstul Dobrogei de Nord, sunt limitate și în afară prin linii de fracturi. În special horstul Dobrogean este separat de Dobrogea prebalcanică prin o puternică fractură, vizibilă în Dobrogea pe linia Pecineaga-Bășpunar-Camena; după care, fundamentul de Cristalin (roce-verzi și sisturi de Carapeliț) al Dobrogei prebalcanice, puternic încrețit de altfel și care formează buza meridională a faliei, are tendința de încălecare peste marginea meridională a horstului dobrogean.

Încălecarea aceasta ne îndreptățește a crede, că lanțul cute-

lor varisce, din care ni s'au păstrat aceste două mari petece, reprezentau, în Paleozoicul superior, marginea fundamentului Platformei Prebalcanice, cutată prin îngrămădirea și încălecarea peste zonele frontale mai scufundate ale Platformei Podolico-Ruse. Paralel cu fractura frontală a acestei Platforme, fractura Pecineaga se continuă spre NW în tot fundamentul regiunilor carpatice. Și din cauza că ea împreună cu fractura Galați-Tulcea, au mișcat puternic pe verticală din Mezozoic și până azi, efectele jocului lor se resimt și la unitățile carpatice mai noi, ce se găsesc suprapuse acestui fundament, pe care ea îl fracturează. Astfel petecul de cristal-mezozoic din Munții Bistriței, se găsește izolat și spre Nord și spre Sud de restul petecelor Blocului central al Catenelor Dacice, este deci rățezat și de Tatra și de extremitatea orientală (Perșanii) a Munților Getici, prin o puternică scufundare a buzei de Sud-West a acestei fracturi. Scufundarea aceasta începută în Cretacicul superior, are maximum de amplitudine în Terțiarul mijlociu și superior, când dealungul ei atât în Dobrogea (porfiredle cretaceice), dar mai ales pe marginea internă a Carpaților Orientali și de NE, se ivesc, în Terțiarul mijlociu și superior cele mai puternice erupțiuni vulcanice din Europa centrală (andesitele din Hărghita, Călimani, Munții Rodnei și Tibleșului, etc.). De altfel mișcarea de scufundare dealungul acestei fracturi continuă și în zilele noastre. Astfel, atât în Câmpia Română, cât și în zona cotului nordic al Tisei (regiunea Bodrog), la cele două extremități adânc scufundate ale acestei fracturi, găsim Cuaternarul ajuns sub nivelul actual al mării. Aceste două puncte de maximum de scufundare au în același timp și maximum de influență asupra direcției actuale a cursurilor de apă, pe care le atrag în spre ele. Astfel, în Nord, toate cursurile de apă din Carpații de NE se adună în regiunea așa numită a Bodrogului, arcuindu-se mai întâi spre Nord ca apoi, prin Tisa inferioară, să-și ia calea spre Sud. Tot astfel și scufundarea datorită tot ei în Câmpia Română din regiunea Galațului, influențează asupra tuturor cursurilor de apă dintre Argeș și Siret, făcându-le să se arcuiască (Vâlsan) din ce în ce mai mult spre Est, până ce Buzăul și R. Sărat se resfrâng chiar spre Nord. De altfel în zona acestei fracturi se simt și cele mai dese cutremure de pământ, cu două centre mai pronunțate, corespunzând celor două scufundări mai mari, una în regiunea cotului nordic al Tisei și alta în regiunea Focșani-Mărășești-Galați. Tot după această fractură, în interiorul arcului carpatie, marginea sud-estică a Basinelui Transil-



vaniei este foarte adânc scufundată. În fine, în Carpații de Nord, unde influența scufundărei cauzată de această fractură în interiorul arcului carpat, se adaugă la aceea provocată de fractura din lungul Hernadului (UHLIG), care reteză capătul oriental al Munților Tatra și ambele adăugate la efectul scufundărei fundamentului Depresiunii Volhinice, din exteriorul arcului; ne explică de ce aici găsim cel mai jos pas al Carpaților, **Pasul Dukla** (502 m.), care limitează din punct de vedere geografic (DE MARTONE), atât de natural, Carpații Nordici de cei Orientali. Dispariția cristalinului din zona aceasta, ca și reducerea Mezozoicului la câteva clipe, precum și mica altitudine a Carpaților, se datorează deci scufundărei fundamentului Carpaților, dealungul acestor trei mari fracturi cu scufundări: Linia Vistulei; Linia Hernadului și prelungirea Liniei Pecineaga-Camena, pe la spatele Carpaților Orientali.

Un alt fapt care confirmă prelungirea acestei fracturi în spațiile Carpaților Orientali și de NE, este și asemănarea petrografică dintre rocele buzei exterioare a ei, din regiunea aceasta, cu rocele aceleiași buze din Dobrogea. În adevăr și în regiunea Zips, din sud-estul petecului însumat la Tatra găsim reprezentate sisturile verzi bogate în minereuri de cupru, ca și la marginea sud-estică a liniei Pecineaga, în Dobrogea; reprezentând acolo desigur un rest din vechiul fundament (varise), înleștat în culele Catenelelor Dacice din regiunea Zips.

### 3. — Platforma prebalcanică.

După cum masivul Bohemiei silește Carpații Nordici să se arcuiască spre interior înainte de a se lega cu Alpii, tot astfel Platforma Prebalcanică, cu prelungirea ei scufundată sub Câmpia Română, face ca extremitatea meridională a Carpaților să se arcuiască înainte de a se uni cu Balcanul occidental. Această Platformă reprezintă un rest al unei vechi carapace, al cărui fundament de cristaline este desigur puternic cutat (de ordinul masivului Bohemiei?), însă ale cărei strate mezozoice suprapuse lui, sunt slab sau abia încrețite. Ea intră azi ca o pană dinspre E spre W, între culele Carpaților Getici și ale Balcanilor, de care se separă prin puternice linii de fracturi periferice. Din Cretacicul superior, dar mai ales din Miocenul mijlociu, jumătatea sa nordică se desface aproximativ în dreptul (ceva mai la Nord) cursului actual al Dunării, de jumătatea sa sudică, singura vizibilă azi, după o dislocare arcuită, — **Falia Dunării**, — și se scufundă subîmpingându-se cule-

lor Flișului și Subcarpaților meridionali, care, dealungul faliei lor marginale, se revărsă peste marginea ei subîmpinsă.

Și fiindcă această scufundare n'a fost egală în toată lungimea ei, porțiunea imediat vecină cu fractura Pecineaga-Camena suferind o scufundare mai intensă în Câmpia Română, decât porțiunea pe care se reazămă Depresiunea Getică, jumătatea nordică scufundată a Platformei prebalcanice, se găsește azi împărțită prin o fractură transversală — **Linia Dâmboviței** — în două compartimente: unul de apus, care s'a scufundat din Cretacicul superior până în Cuaternar, suportând azi formațiunile Depresiunii Getice, și altul, oriental, care formă un continent insular în Mezozoicul superior-Terțiarul inferior și care s'a scufundat în Tortonian-Sarmatian, scufundare pe care o continuă destul de intens și azi. Ea suportă depozitele miocene-pliocene-cuaternare ale Câmpiei Române.

Cum vedem dar, în regiunea din față a zonelor tectonice carpatice, în Avant-pays (Vorland), se găsesc numeroase compartimente tectonice vechi, individualizate prin fracturi transversale, care în general se însumează toate la două mari unități: în partea de NE Platforma Podolico-Rusă, cea mai veche dintre ele; iar în partea de SE zona cutelor varise de direcția NW-SE (și cele anterioare Permo-Carboniferului), împreună cu regiunea Cristalinului (sisturile verzi ale Dobrogei) din spatele ei, de care țin aceste cule. Aceste sisturi verzi, care au format în Paleozoic Hinterlandul cutelor varise, joacă rolul de platformă-carapace numai din Cretacicul superior, constituind ceea ce numim azi Platforma prebalcanică. Toate compartimentele acestor două carapace, au azi regiunile frontale scufundate în trepte descendente sub culele zonelor carpatice; iar prin jocul lor de scufundare cu subîmpingere, la intervale anumite, au provocat din Cretacicul mijlociu și până azi, culele Catenelelor Dacice, ale Carpaților Flișului și ale Subcarpaților, marginea lor frontală scufundată, influențând nemijlocit și direcția ce aceste cule au luat în spațiu.

### Literatură:

1. ED. SUSS. Das Antlitz der Erde (La Face de la Terre).
2. V. UHLIG. Die Tektonik der Karpathen. Sitzungsberichten der k. Akad. der. Wissensch. in Wien, Bd. CXVI 1907.
3. L. MRAZEC și I. P. VOITEȘTI. Contribuțiuni la cunoașterea pânzelor Flișului carpat în România. Dările de Seamă ale Sed. Instit. Geologic al României pe 1911 și Anuarul Instit. Geol. Vol. V 1911.
4. G. M. MURGOCI. The Geological Synthesis of the South-Carpathians; al XI-lea Congres geolog. internațional, Stockholm 1910.



5. W. TEISSEYRE. Versuch einer Tektonik des Vorlandes der Karpathen in Galizien und in der Bukovina, Verhandlungen d. k. k. Reichsanstalt Wien 1903.

## NOȚIUNI SUMARE DE STRATIGRAFIA UNITĂȚILOR TECNICE STRUCTURALE.

(Vezi Harta geologică a României).

### A) REGIUNILE CARPATICE.

#### 1. Carpații vechi sau Catenele Dacice.

Din capitoul anterior s'a putut vedea, că Blocul central al Carpaților se găsește îmbucătățit, resturile sale vizibile azi, aflându-se dispuse pe două trepte, neegal scufundate în jurul Depresiunii Panonice. Dintre aceste petece, pentru geologia României ne interesează numai cele ce mărginesc spre răsărit Depresiunea panonică și anume: petecul din Carpații Meridionali, cu M-ții Getici, M-ții Bănatului și M-ții Perșani, mai mult sau mai puțin strâns legați între ei; petecul din Carpații Orientali și de Nord-Est, cu M-ții Bistriței, M-ții Rodnei și M-ții Maramurășului, și în fine petecul Munților Apuseni, separați de celelalte două prin depresiunea internă a Câmpiei Transilvaniei.

Să vedem acum mai de aproape structura geologică a fiecărui din aceste trei mari petece.

#### a) — Șisturile cristaline și rocele eruptive legate intim între ele.

Fundamentul, acestor petece este format în general de șisturi cristaline, străbătute de rocele eruptive vechi, granitice, și de diabaze și diabaz-porfirite, peste care s'au păstrat petece de formațiuni paleozoice-mezozoice vechi. Numai în depresiunile interne și cele marginale mai noi au pătruns și formațiuni mezozoice noi și neozoice.

#### Carpații Meridionali (M-ții Getici) cu M-ții Bănatului și M-ții Perșani.

Atât după felul metamorfismului lor, cât și după raporturile tectonice ce ele prezintă, șisturile cristaline din Carpații Meridionali, care sunt de altfel și cele mai bine studiate (MRAZEC, MURGOCI, REINHARD și SCHAFFARZIK), se despart în două grupe mari: grupul I-ii și grupul al II-lea cristalin.

**Grupul I cristalin.** Acest grup în care predomină micașisturile, este alcătuit din micașisturi, în general feldspatice, adesea cu materii cărbunoase, uneori gneisifiate, conținând: *Grenate*, *Turmalină*, *Disten*, *Cordierită* și *Limonit*, și în care, alături de feldspați potasici se găsesc și plagioclazi. În această serie mai apar diverse amfibolite și zone dese de treceri la șisturi clorito-sericitoase, la cuarțite, șisturi argiloase-cărbunoase, calcare cristaline, calcare cu silicați, calcare micacee și magnezice, etc. Acest grup are cea mai mare dezvoltare în M-ții Sebeșului, ai Lotrului, dar mai ales în M-ții Făgărașului cu prelungirea lor în M-ții Perșani (Fig. 335).

Întreaga serie de șisturi cristaline a grupului I-ii apare metamorfozată de rocele granitice și anume de **granitul de Albești** (Mușcel), un granit cu biotit și cu feldspatul roz (Microclin) în cristale mari, cu structura porfirică. Acest granit apare lângă „Is-

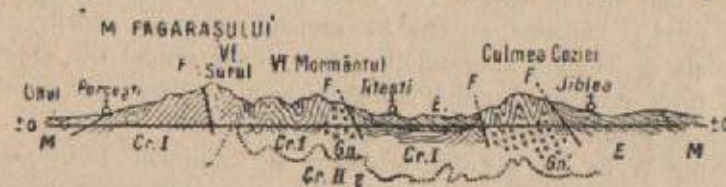


Fig. 335. — Cristalinul M-ților Făgărașului (între Porcești și Jiblea): Gn = gneisul de Cumpăna; Gn' = gneisul de Cozia; Cr. I = șisturile cristaline ale grupului I-ii; Cr. II = șisturile cristaline ale grupului al II-lea; E = Eocen; M = Miocen; F = Fali (fracturi); după Margoci.

vorul de Leac" (Albești), și la confluența Bughii cu Bughita (lângă Câmpulung), toate în Mușcel. Metamorfismul lor este provocat însă mai ales de **granit-gneisul cu ochiuri mari de Microclin**, înrudit cu granitul, și care se înșiră în M-ții Făgărașului pe două puternice linii anticlinale, fracturate: una la marginea lor sudică, formată dintr'un gneis cu ochiuri mari — **Gneisul de Cozia** — care constituie întreaga Culme a Coziei, de la Valea lui Stan spre West, ce o separă de M-ții Lotrului, și până la Nucșoara (Mușcel), spre E, unde culmea se retează scurt și de unde gneisul nu mai apare decât puțin și frământat ca și granitul de Albești, în valea Bădeanca, precum și în fundamentul Leaotei și al Bucegilor; și o a doua fașie, mai mult sau mai puțin centrală M-ților Făgărașului și formată dintr'un granit-gneis cu ochiuri mici — **Gneisul de Cumpăna** — care începe în valea Oltului, între Călinești și Robești, ca petece frământate în fundamentul basinelor Brezoi-Titești, luând



insă o dezvoltare mare numai din Culmea Zănoaga (Titești); de unde se continuă spre E, ca o fâșie lată, ce taie Topologul; apoi Argeșul la Intrerăuri; cursul superior al Vâlsanului și R.-Doamnei; trece apoi prin Vf. Oticul și Cremenea în regiunea de izvoare ale Dâmboviței; apoi printre Ludșorul și Berevoescu atinge creasta înaltă a Munților Făgărașului, de unde prin o arcuire trece pe versantul transilvan, pierzându-se ca o pană sub Mezozoicul Munților Perșani, între Holobac și Șinca Nouă.

Afară de aceste roce eruptive vechi, cărora se datorește metamorfismul șisturilor cristaline ale grupului I-ii și afară de numeroasele filoane de pegmatite și apfite, care reprezintă manifestările cele mai îndepărtate ale magmei granitice; apar și numeroase iviri de roce bazice, — **diabaze și diabaz-porfirite** — cari sunt mult mai noi decât cele granitice (mezozoice inferioare). În acest timp au mai apărut desigur și serpentinele, cuprinse în rocele corneene verzi și violacee, cu epidot, grenat, vezuvian, lotrit, etc., depe linia de contact anormal (tectonic) dintre grupul I-ii și grupul al II-lea cristalin Munții Parângului și ai Lotrului, roce pe care MRÁZEC le separă într'un grup (mezozoic) aparte.

Spre W de Olt, șisturile cristaline ale grupului I-ii, înaintază pe la Sud de Lotru până la o linie tectonică ce ar uni confluența Lătariei cu Polovragii, după care grupul acesta încăleacă (MURGOȘ) peste șisturile cristaline ale grupului al II-lea; pe când pe la Nord, ele alcătuiesc Munții Sebeșului, Munții Poiana-Ruscă și ai Hațegului, înconjurând grupul al II-lea și pe la West, pe unde constituiesc Munții Semenicului și ai Bănatului, cu insula de la Vârșet. Pe toată lungimea contactului între grupul I-ii și al II-lea, rocele primului grup încăleacă peste rocele celui de al doilea. Șisturi cristaline aparținând grupului I-ii, apar și în zona de extindere a grupului al II-lea, cu aceleași raporturi anormale de încălecare, sub formă de petece mari, ca în Godeanu, în Munții Mehedințului cu prelungirea lor peste Dunăre în Munții Miroci, ca și în Platoul înalt al Mehedințului.

**Grupul al II-lea cristalin.** — Acest grup care formează Munții Parângului și Vâlcanului, Munții Rătezatului, Munții Almașului și ai Cernei, legându-se direct peste Dunăre, spre Sud, cu Balcanul de West, este constituit din o serie de șisturi cristaline, în care predomină rocele **filitoase, chloritoase-sericitoase, gneisifiate** adesea prin injecțiuni și în care apar șisturi argiloase-cărbunoase, șisturi grafitoase-micacee și feldspatizate, micașisturi cu gra-

nate, calcare cristaline și compacte, șisturi marnoase, corneene micacee și piroxenice, uneori grafitoase, cuarțite, etc. Aceste șisturi cristaline prezintă în general un metamorfism mai puțin pronunțat decât acelea ale grupului I-ii.

Seria aceasta de șisturi cristaline a fost metamorfozată de o magmă granitică bazică — **Granitul de Snșia** — cu feldspatul albastrui și puțin omogen, care trece spre Nord la un granit amfibolic. Granitul acesta se înșiră sub formă de massive mari lenticulare, pe două linii. Una la marginea meridională a Munților Parângului, Vâlcanului și Mehedințului, de la Polovragi în Est până în Platoul înalt al Mehedințului, acoperite spre Nord de șisturile cristaline ale grupului II-lea; iar spre Sud fiind descoperite prin scufundarea acestora dealungul faliei marginale a Carpaților. O a doua linie, axială munților și paralelă cu prima, începe la Est în valea Latoritei, pe care o urmează până la izvor, înaintând spre W prin Masivul Parângului, și în continuare, în cursul superior și mijlociu al Cernei. În fine atât în Masivul Rătezatului cât și în Munții Almașului, apar massive granitice, destul de puternice, care se înșiră pe o linie exterioară celorlalte două amintite mai sus.

Pe toată zona de contact a acestui grup cu magma granitică a massivelor, se observă apariția de gneisuri-amfibolice, de micașisturi gneisifiate, de diorite și de apfite; atât granitul cât și seria de șisturi cristaline a grupului II-lea fiind străbătute de nenumărate filoane de pegmatită și de microgranulite.

După MRÁZEC, șisturile cristaline ale ambelor grupe reprezintă rocele metamorfozate ale aceleiași serii de strate sedimentare, la bază mai calcaroase, către partea superioară mai silicioase; iar diferențele de facies petrografic, ce ele prezintă, s'ar datori numai felului diferit al metamorfismului, care și el a stat în strânsă legătură cu punerea în loc a rocilor granitice ce le-a metamorfozat.

Astfel, metamorfismul foarte intens al șisturilor cristaline ale grupului I-ii s'ar datori faptului, că punerea în loc a magmei granitice ce le-a metamorfozat (Granitul de Albești și Granit-gneisul de Cozia și de Cumpăna), s'a efectuat în același timp cu o puternică cutare a straterelor metamorfozate, din care cauză injecția magmei și a mineralizatorilor, cari au provocat metamorfismul, s'a putut face dealungul straterelor și deci influența lor s'a putut face mai adânc simțită. La șisturile grupului al II-lea, din contră, seria straterelor sedimentare ne suferind cutări intense, magma granitică s'a ridicat sub formă de bolte, dispuse liniar, care bombau puțin învelișul sedimentar și din care cauză metamorfismul



lor a trebuit să fie mai slab, el trebuind să se propage perpendicular pe suprafața de stratificație a rocilor învelișului. Numai acolo unde sinclinalele acestor strate au fost adânc înclăștate în magma granitică, numai acolo metamorfismul rocilor din învelișul masivelor a fost mai complet.

Timpul când s'a petrecut acest metamorfism este cu atât mai greu de determinat, cu cât din seria de strate metamorfizate n'au putut fi identificate cu siguranță de cât foarte puține. În tot cazul, dintre formațiunile Paleozoicului, unele s'au putut identifica. Astfel, în Munții Bănatului, Carboniferul apare numai în parte metamorfizat, împreună cu grupul I-ii, după cum de altfel apar și stratele cu antracit de Schela (Gorj), la marginea meridională a cristalinului grupului al II-lea, metamorfizate numai în parte. Tot astfel conglomeratele permiane (Verrucano) pe de-o parte par a nu fi fost atinse de loc de metamorfism, iar pe de alta în regiunea Mehădiei ele conțin și elemente conglomeratice, provenind din massivele granitice de tipul granitului de Șușița (Schaffarzik). Astfel, că se poate admite cu destulă probabilitate, că seria de strate sedimentare care prin metamorfism a dat naștere șisturilor cristaline, atât celor din grupul al II-lea, cât și celor din grupul I-ii, aparțin formațiunilor geologice mai vechi decât Permianul și în care se cuprinde deci cel puțin Paleozoicul mijlociu și inferior. În cazul acesta, intruziunea magmelor granitice, care au provocat metamorfismul, coincide cu perioada de puternice cutări varisice din Permo-Carbonifer.

Raporturile tectonice anormale dintre cele două grupe de șisturi cristaline, se datoresc, după MURGOCI (Fig. 336), unei puternice încălecări a seriei de șisturi cristaline ale grupului I-ii, împreună cu Mezozoicul său, peste seria de șisturi cristaline ale gru-



Fig. 336. — Cristalinul Carpaților Getici între Poliana-Ruscă și Vălcău. Cristalinul grupului I-ii (Cr. I) cu Mezozoicul său (Me) în pânză peste Cristalinul grupului al II-lea (Cr. II), Gr - granitul de Șușița și peste Paleozoicul și Mezozoicul (P, M) ce-l acoperă; M - Mediteranean, Pl - Pliocen, (după Murgoci).

pului al II-lea, și peste Mezozoicul (Jurasic-Cretacic inferior) ce-l acopereă. Încălecarea aceasta a avut loc la finele Cretacicului inferior, când au luat naștere Catenele Dacice și când sub forma unei puternice cute anticlinale culcate, întreaga serie de șisturi cristaline a grupului I-ii, împreună cu cuvertura lor sedimentară de roce jurasic-neocomiane, a fost împinsă, dela NW spre SE, peste seria grupului al II-lea și peste cuvertura sa sedimentară, de roce jurasic-neocomiane. Astfel în concepția aceasta tectonică, întreaga serie a grupului al II-lea din Munții Lotrului, Parângului, Retezatului și Almașului, constituie autohtonul și apare în fereastră tectonică, față de grupul I-ii, care formează pânza de supracutare; fereastra fiind datorită erodării pânzei din care deci s'au păstrat în această parte numai petecile mari din Godeanul, din Munții Mehedințului și din Platoul Inalt al Mehedințului.

Greu de explicat, din punct de vedere mecanic al încălecării, în ipoteza aceasta, este faptul că cele două fâșii de gneis eruptiv și anume fâșia Gneisului de Cumpăna și aceea a Gneisului de Cozia, din grupul I-ii al Munților Făgărașului, se găsesc exact în prelungirea spre Est a celor două șiruri de massive granitice din șisturile cristaline ale grupului al II-lea, din fereastra tectonică a Munților Parângului, și anume: șirul Latorței, în dreptul fâșiei Gneisului de Cumpăna, iar șirul meridional al granitului de Șușița, în dreptul fâșiei Gneisului de Cozia.

### Cristalinul Carpaților Orientali.

În Munții Perșani și în cursul superior al văii Ialomiței șisturile cristaline ale grupului I-ii dispar prin o treptată scufundare sub depozitele mezozoice ale Bucegilor, ale Țării Bârsei și ale extremității de NW a Perșanilor, scufundare datorită fracturii dela marginea răsăriteană a fundamentului Basinelui Transilvaniei.

Ele reapar în Carpații Orientali, ceva mai la Nord de Mercurea Ciucului la început ca o fâșie subțire, lărgindu-se apoi din ce în ce spre Nord în Munții Bistriței și ai Rodnei, unde trimite un puternic pînten în spre interiorul arcului; iar după gătuirea ce urmează acestui pînten în dreptul cursului superior al Vișăului, ele se prelungește spre NW ca o fâșie ondulată, până ce dispar complet puțin mai la West de Cabola Polyană, în Munții Maramureșului. Ele sunt alcătuite din șisturi cristaline tipice ca acelea ale grupului I-ii, micașisturi uneori gneisifiate, amfibolite, șisturi se-



ricitoase-cloritoase și filite, cu calcare cristaline; toate metamorfozate prin gneisuri de injecție de felul Gneisului de Cozia, care apare mai ales pe marginea externă a fâșiei, mai rar în interior (Valea Anieșului, lângă Rodna), și care sunt însoțite și aici de lentile de granit cu biotit, de felul celui de Albești. Aceste granite sunt mai fine la bob și apar desrădăcinate atât în interiorul cât și pe marginea externă a fâșiei de șisturi cristaline, care margine este ridicată, faliată și încălecată peste sedimentarul mezozoic inferior al Flișului Carpaților. Un petec mai mic de șisturi cristaline apare și în afara marginii externe a fâșiei principale, izolat în zona Flișului cretacic inferior din valea Dămucului, affluent pe dreapta Bicazului, petec care se întinde până spre Nord de confluența Dămucului în dreptul localității Bicaz.

La marginea internă a cristalinului Carpaților Orientali, la Ditrău, apare un destul de puternic masiv de sienită-nefelinică, care metamorfozează șisturile filitoase din jur pe o mică zonă. Intruziunea acestor sienite este desigur ulterioară cutării în pânză a cristalinului grupului I.

### Cristalinul Munților Apuseni.

Acești munți formează o unitate tectonică aparte, ei fiind separați de Cristalinul Carpaților orientali prin marea depresiune a Câmpiei Transilvaniei, cu care totuși se leagă prin petecele răzlețite de șisturi cristaline, ce apar sporadic la marginea nordică a acestei depresiuni, dispuse pe două linii; una în prelungirea Munților Meseșului, cu petecul din Dealul Mare și din Preluca, și alta, ceva mai spre NE și paralelă cu prima, cu petecul din Munții Băcului, cu cel dela Nord de apa Zalăului și cu cel dela Șimlău.

Pe când marginea de răsărit a Munților Apuseni, exceptând pîntenul din dreptul Turdei, este mai înaltă, arcuită regulat, ea fiind mărginită de o dislocație destul de puternică la limita cu sedimentarul; marginea sa de apus este mai joasă și mai spîntecată de scufundături sinclinale terțiare, ce pătrund adânc spre interiorul cristalinului, dealungul văilor Crișului Repede, Crișului Negru și Crișului Alb. Din cauza aceasta cristalinul acestei margini prezintă un aspect dințat, cu patru mari pînteni înaintînd spre Câmpia Tisei, unul în Munții Plopișului (Rezului), al doilea în Munții Bihorului, al treilea în Munții Muma-Codrului și al patrulea, cel mai sudic, în Munții Drocea. Limita de sud și de sud-est a Munților Apuseni este însemnată prin o veche și puternică ruptură, care-

separă de Munții Poiana Ruscăi și de Munții Sebeșului; fractură cicatrizată prin puternicile masse de diabaz-porfirite, care începînd cu pîntenul dela Turda, înconjură pe la Sud-Est și pe la Sud Cristalinul central al Munților Apuseni.

Cea mai mare dezvoltare a șisturilor cristaline în Munții Apuseni o găsim în Munții Gilăului, de jur împrejurul puternicului masiv granitic din Muntele Mare. Ele sunt alcătuite, la contact cu granitul, din gneisuri, apoi spre exterior din micașisturi, din amfibolite, și spre margine, din filite cloritoase și grafitoase, cu cuarțite și cu calcare și dolomite cristaline. Magma granitică care le-a metamorfozat, a dat prin consolidare un granit cu două mîce, însoțit de foliane pegmatitice. Acest granit apare în Munții Gilăului ca o mare lentilă de direcție N—S.

Șisturi cristaline și roce granitice mai apar și spre Nord în Munții Bihorului, ai Meseșului și ai Rezului, precum și mai la Sud în Munții Metalici, dar mai ales în Munții Drocea și ai Hegheșului. Și aici ca și în celelalte două petece ale Blocului carpat, șisturile cristaline reprezintă o serie de roce sedimentare paleozoice, inclusiv Carboniferul, metamorfozate prin o magmă granitică, apropiindu-se mult ca fațes petrografice de grupul I-ii al Carpaților Meridionali și Orientali.

În legătură cu intruziunea granitului, se găsesc, pe lângă diorite și iviri de porfire și porfirite, cu cuarț, ale căror tufuri se citează cuprinse între stratele Permianului. Dintre rocele efusive vechi, cele mai răspândite sunt porfiritele, diabaz-porfiritele și diabazele, cari înconjură Munții Apuseni pe la SE și Sud, în semicerc, dela Turda prin Munții Metalici, până la vf. Căpruța în Munții Drocea, însoțite de puține diorite și gabouri de adâncime, și cari se consideră ca triasice. Ca și în Munții Bănatului, o bună parte din minereurile de fier și cupru, ale Munților Apuseni (Munții Metalici), stau în strînsă legătură cu apariția diabaz-porfiritelor.

Afară de aceste roce eruptive vechi se găsesc în Munții Apuseni și roce eruptive mai noi, unele de adâncimi, altele efusive. Dintre acestea dacito-granitele (dacite de adâncime) iau o enormă dezvoltare în Vlădeasa, pe când rhyolitele, dacitele, andesitele, cu tufurile lor puțin dezvoltate, precum și bazaltele (Detunata goală și Detunata flocoasă), iau o mare dezvoltare în Munții Metalici și în Munții Drocea. Aceste erupțiuni se consideră până acum de vîrste cretacic-paleogenă și au din punct de vedere economic o importanță deosebită, prin faptul că mai toate mine-



reurile de aur, argint, plumb, zinc, etc., ale Munților Apuseni, sunt legate strâns de aparițiunile acestor roce (Baia Arieșului, Roșia-Montana, Bucium, Vulcoi, Brad, Săcărâmb, etc.)

Pe când însă erupțiunile cretacic-paleogene sunt caracterizate prin lave multe cu foarte puține tufuri, în Terțiarul mediu au apărut numeroase erupțiuni andesitice și dacitice cu lave puține sau chiar de loc (unele andesite), însă cu cenușă extraordinar de dezvoltată și care se întâlnesc între Munții Drocea și Munții Metalici, între Munții Muma Codrului și Drocea și la Nord de Munții Hegheșului.

#### b) — Formațiunile sedimentare care țin de resturile catenelor Dacice.

Formațiunile sedimentare intim legate de aceste trei mari resturi ale Catenelor Dacice, aparțin în parte Paleozoicului, în parte Mezozoicului mediu și inferior.

#### Formațiuni paleozoice.

Din descrierea șisturilor cristaline s'a putut vedea, că ele reprezintă o întreagă serie de sedimente paleozoice, metamorfozate prin intruziuni de magme granitice către finele Carboniferului; astfel, că dintre formațiunile paleozoice, nu vom întâlni în constituția acestor petece, de cât părțile ce întâmplător n'au fost atinse sau au rămas așa de slab metamorfozate, încât li se mai poate recunoaște caracterul sedimentar. Din cauza aceasta nici Cambrianul, nici Silurianul nu se citează în nici o parte a regiunilor Carpatice. Tocmai în Balcani, în districtul Sofiei, se citează niște șisturi cu *Graptoliti*, atribuite Silurianului superior; după cum se consideră și în Polonia și Podolia, șisturile cu *Tentaculites*, și din erodarea cărora se poate admite că provin cele câteva resturi de *Favosites*, descrise de SAVA ATHANASIU, ca provenind din elementele detritice ce constituiesc conglomeratele cretacee din Bucegi și din Ceahlăul.

**Devonianul.** Acestei formațiuni i-se atribuie câteva petece răslețite de șisturi calcaroase, mai mult sau mai puțin metamorfozate, din Munții Poiana-Ruscă.

**Carboniferul** este mai bine reprezentat, metamorfismul ne atingând în toate părțile întreaga sa serie de strate.

Dacă însă în Munții Apuseni el este numai bănuț a fi cuprins în șisturile grafitoase superioare ale complexului, ce acopere

massivul granitic al Gilăului; în Munții Bănatului, și în Munții Getici el este fără îndoială destul de bine reprezentat.

În Bănat, Carboniferul superior, productiv, se cunoaște bine în regiunea din jurul Reșiței și Bărzavei, format din șisturi micacee cu antracit exploatabil, ce se rează direct peste gneisuri, cum este la **Secul**, în valea Râu-Alb (Sud de Reșița), descoperit pe o lungime de 3 km., și la **Lupac**, **Vodnic** și **Mănău** (Vest de Reșița). În valea Dunărei, Carboniferul se cunoaște în două locuri: la NE de Bărzasca, în Basinel Bîgerului, între pâraiele Recea și Cozla, unde peste gneis apar filite cu cărbuni, în care s'au găsit și resturi de *Sigillaria*, de *Calamites* și de *Lepidodendron*; apoi la Serețin (Eibental) ceva mai în jos pe Dunăre, unde cărbunii se exploatează la Baia Nouă. În toate aceste puncte Carboniferul apare conservat în fundul sinclinalelor de Mezozoic și cum aceste sinclinale au o extindere destul de mare în Bănat, este posibil ca el să se găsească și în alte puncte. În prelungirea Munților Semenicului, în Serbia, Carboniferul apare la izvoarele Timocului și în Cheile Iskerului.

**În Oltenia.** Dealungul marginii meridionale a Munților Getici (Munții Vâlcanului și Parângului), dela Vădari-Schela, la West de Jiu și până spre Novaci—Baia de Fier, spre Est de Jiu (Gorjiu), precum și ceva mai în interior în zona sinclinalului de Mezozoic dela Locuri Rele, Rafaila (la sud de Lainici) și până în izvoarele Jiețului și ale Lotrului; apar în partea superioară a șisturilor cristaline ale grupului al II-lea, cuarțite și șisturi micacee carbunoase, care conțin pe unele locuri (Schela, Porceni, Larga-Stăncești) intercalațiuni puternice de un antracit de foarte bună calitate. Vârsta sa carboniferă s'a dedus, pe de o parte după poziția lor stratigrafică, ele fiind cuprinse între șisturile cristaline, din care fac parte integrantă și între Permianul de tipul Verrucano, poziție care seamănă întru totul cu cea din Bănat; pe de altă parte, pe baza unui rest de *Sigillaria* (MRÁZEC) destul de rău conservat. În bună parte însă, mai ales în regiunea Drăgoiești-Novaci-Baia de Fier, metamorfismul Carboniferului este așa de înaintat, că antraciul este complet grafitizat.

**Permianul.** Mișcările orogenetice, varisice, dela finele Carboniferului, au cutat intens depozitele Paleozoicului regiunilor carpatice, ridicând munți înalți, cari au mărit enorm aria continentală; iar prin provocarea a numeroase intruziuni de magme granitice, a pricinuit pe unele locuri metamorfismul întregii serii de strate



până la Permian. Astfel, regimul continental cu formațiuni carbunoase ce se stabilise încă din Carboniferul superior, se continuă și în Permian, când o bună parte din munții formați sunt atacați de agenții distrugători, formându-se pe socoteala lor puternice conglomerate și gresii, pe unele locuri cu cărbuni (Secul, lângă Reșița). Astfel dar, în toate regiunile carpatice, Permianul apare format de conglomeratele și gresiile roșii-cărămizii, sau roșii violacee, pe care le întâlnim în toate sinclinalele de mezozoic, fie deasupra Carboniferului, fie, acolo unde acesta lipsește, direct peste șisturile cristaline. Faciesul său petrografic semănând mult cu cel din Alpii Orientali, i-s-a dat și la noi numirea de **Verrucano**.

În **Carpații Meridionali**, Verrucano se găsește în toată zona de extindere a grupului al II-lea cristalin, formând suportul sinclinalelor de Mezozoic, în special de la Jiu spre West, până la Porțile de Fier (Sturul, Oslea, Valari, Tismana, etc.). Din valea Dunării și valea Cernei, unde el ia o dezvoltare mare, Permianul trece în Bănat, unde, la baza puternicilor sinclinale de calcare Mezozoice, apare format de argile cu cărbuni, de șisturi micacee, de gresii cu resturi de plante și de conglomerate roșietice, cu limonit, ca: pe partea de apus a Culmei Semeniceului; între Reșița și Oravița; la Gruia și Clocotșul; lângă Gârliște; la Ciudanovă; în regiunea Șteierlac-Anina, etc.

O dezvoltare mare ia însă Permianul în **Munții Apuseni**, mai ales în partea lor de NW, acolo unde prin o treptată senfundare a Cristalinului, cuvertura mezozoică le-a apărut de eroziune. Astfel, îl găsim ocupând întinderi mari în Munții Rezului și ai Bihorului, dar mai ales în Munții Muma Codrului, unde este reprezentat prin conglomerate și gresii roșcate, rezemate direct peste șisturile cristaline și suportând calcarele și dolomitele mezozoice.

În **Carpații orientali**, se citează tot în legătură cu petecile de Mezozoic ce s-au păstrat; în Hăghimașul Mare; în Munții Gherghiului; pe Măgura lângă Prisăcani, la Rarău, și în Bucovina.

Câteva petece izolate de Verrucano, apar și la extremitate de apus a Coziei, în Valea lui Stan, considerându-se (Murgoci) ca apărând în fereastră de sub pânza grupului I-ii

### Mezozoicul.

**Triasicul.** Regimului continental ce stăpânește regiunile carpatice în timpul Paleozoicului superior, îi urmează o puternică transgresiune marină, marea triasică alpină acoperindu-le complet.

de la început. În timpul acestei transgresiuni s-au depus, la bază, șisturi cenușii violacee (Stratele de Werfen), peste care urmează puternice calcare dolomitice, de tipul calcarelor de Hallstatt. Cu toată marea extindere ce a avut marea Triasicului în regiunile carpatice și în cele din jur (Dobrogea), depozitele sale se găsesc azi reduse la câteva petece și clipe fără însemnătate, din cauza eroziunilor ce au suferit ulterior. Astfel în Carpații Meridionali, Triasicul nu se cunoaște de loc, dacă nu cumva i-se va putea atribui marmura dolomitică, ce apare ca o fâșie întreruptă pe sub creasta Munților Făgărașului, dela Boița pe Olt, până în Valea Rea, la izvoarele R.-Doamnei (Argeș).

În Carpații Orientali, în special la marginea exterioară a șisturilor cristaline și pe linia de îngrămădire provocată de încălecare a acestei margini, apar stratele de Werfen (Triasicul inferior) în care se găsesc înfășurate blocuri clipe mari și mici de calcare dolomitice, aparținând Triasicului mediu și superior. Astfel, din clipele din Rarău, Pietrile Doamnei, din Tudirescu, de la Pojorâta, în cursul superior al Bistriței; dar mai ales din calcarele roșietice din Pârâul Cailor (Bucovina), s-au descris forme caracteristice Triasicului mediu și superior, de faciesul celui de Hallstatt (*Monophyllites Wengensis*, *Daonella Lommeli*, *Posidonomya Wengensis*, *Jovites dacus*, etc.). Spre sud, din Bucovina și din nordul Moldovei, aceste clipe reapar la marginea cristalinului din Munții Hăghimașului și la piciorul Hăghimașului Mare (Stratele de Werfen și dolomite roșietice). De aci le întâlnim totemai în extremitatea de NE a Perșanilor, în valea Lupșa și la Căciulata, de unde se citează (HERBICH) Stratele de Werfen cu *Turbo rectocostatus* și calcare dolomitice cu *Naticella costata* și *Myophoria costata*. De asemenea și în partea de NW a Munților Apuseni, în special în Munții Bihorului (Fig. 337), și Muma Codrului, Triasicul apare reprezentat prin stratele de Werfen și prin dolomite roșietice, din care se citează *Ptychites Loczyi*, *Ceratites hungaricus*, *Diplopora unmulata*, etc.

**Jurasicul.** La începutul Jurasicului inferior, deci la începutul Liasicului, regiunile carpatice se găseau poate total exondate și deci în plină perioadă continentală, în care timp majoritatea stratelor triasice au fost erodate. Și perioada aceasta continentală ține tot timpul Liasicului, căci în toate aceste regiuni stratele liasice sunt reprezentate prin roce grezoase-conglomeratice și prin șisturi argiloase negre cu cărbuni, ceea ce arată nemijlocit apro-



pierea imediată a unui ţărm continental. Faciesul acesta continental se poate urmări, la baza calcarelor jurasice medii şi superioare, din Bănat (Bărzasa, Cozla, Alina, Ciudanoviţa, etc.), unde cărbunii se exploatează pe o scară destul de întinsă, prin valea Cerneli, în Carpaţii Meridionali, unde devine mai grezos, şi până în Depresiunea Braşovului şi în Bucegi, unde cărbunii iar devin exploatabili. De aci Liasicul reapare tocmă în Carpaţii de Nord, cu acelaş facies continental, faciesul de Gresten. Prezenţa acestui facies în mod constant ne indică clar, că regiunile Carpaţilor actuali, formau în Jurasicul inferior o zonă continentală întinsă,

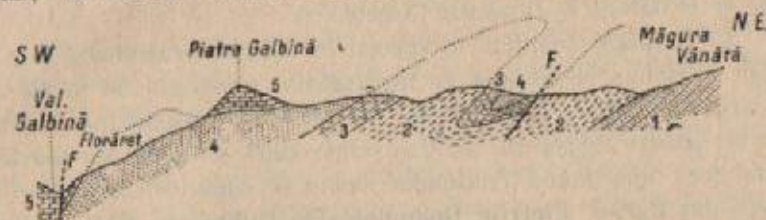


Fig. 337. — Triasul (între Galbina şi Măgura Vânăta, la izvoarele Somesului Cald, în M-ţii Bihorului): 1 = gresie permiană; 2 = dolomite şi 3 = calcare triasice; 4 = Liasicul şi Doggerul; 5 = Malmul (după Szontagh, Palffy şi Rozlawnik).

împreună cu Platforma Podolico-Rusă, cu Dobrogea şi cu Prebalcanii; continent care închidea la interior, în regiunea ocupată azi de Depresiunea Panonică, de Munţii Apuseni şi de Depresiunea Transilvaniei, un mare braţ al mării liasice alpine, în care se depuneau calcare amonitice roşietice, de faciesul de Adnet, calcare care se citează de la Valea Sacă din Bucovina, din Hăghimaşul Mare şi de pe versantul de nord-vest al Perşanilor, la Racoş şi la Augustin.

În Jurasicul mediu (Dogger) situaţia regiunilor carpatice se modifică într-atât, că şi o parte din zonele continentale sunt treptat acoperite de apele marine, cari au lăsat ca depozite: gresii calcaroase, uneori conglomeratice, cu *Bivalve* şi *Brachiopode* (în Bajocian), peste care se aştern calcare roşietice cu *Amoniti* (în Bathonian). În felul acesta găsim reprezentat Jurasicul mediu în elipele calcare din Bucovina şi din Nordul Moldovei; în baza făşilor sinclinale ce brăzdează Munţii Bănatului; în Munţii Apuseni, şi în făşile sinclinale din Carpaţii Meridionali (valea Cerneli, Tismana-Vilari, Polovragi-Baia de Fier, Piatra Craiului, Bucegi, Ţara Bârsei, etc.). La Strunga, în Bucegi, unde Doggerul a fost studiat

mai bine (POPOVICI-HATZEG şi REDLICH), el conţine în partea inferioară forme bajociene ca: *Stephanoceras Humphriesianum*, *Parkinsonia Parkinsoni*, *Trigonia costata*, *Pecten demissus*, *Terebr. perovialis*, etc.; iar în calcarele bathoniene: *Phylloceras mediterraneum*, *Oppelia fusca*, *Lytoceras adeloides*, faună care este asemănătoare mult cu cea descrisă din Doggerul dela Sviniţa din Bănat şi cu cea din Hăghimaşul Mare, în Carpaţii Orientali.

Jurasicul superior (Malmul) este cea mai răspândită serie a Jurasicului în România şi împreună cu Doggerul constituie majoritatea calcareurilor, ce ca făşii întinse fac pitorescul regiunilor carpatice. El apare dezvoltat în general cu faciesul neritic mediteranean, cu *Gasteropode* mari, cu *Echinoderme*, *Brachiopode*, *Cefalopode*, etc., terminându-se la partea superioară prin calcare

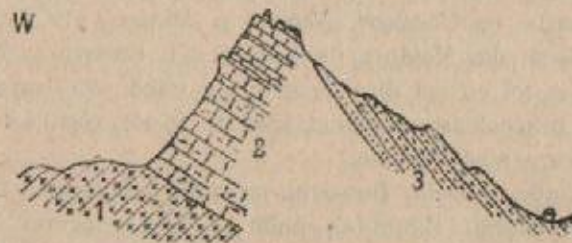


Fig. 338. — Jurasicul (în Piatra Craiului, 2241 m): 1 Şisturi cristaline; 2 = Calcar jurasic (lithonic); 3 Conglomerat cenomanian (după Popovici-Hatzeg).

recifale, care prezintă treceri gradate către Cretacicul inferior. Astfel, Malmul formează crestele calcaroase din Munţii Bănatului, ce-i brăzdează dela S la N cu mai multe făşii sinclinale; în Munţii Almaşului şi în ai Cerneli; în Munţii Mehedinţului, Văleanului, Parângului şi Lotrului; în regiunea Nămăieşti-Dragoslavele-Rucăr-Dâmbovicioara; în Piatra Craiului (Fig. 338); în Bucegi şi Ţara Bârsei, şi în Perşani. Dacă în zona de extindere a Cristalinului grupului II-lea, Jurasicul apare strivit şi dinamometamorfizat pe suprafaţa de alunecare a pânzei Cristalinului grupului I în, ceea ce a făcut să dispară în mare parte urmele de viaţă ce conţinea; în Bucegi, dar mai ales în Piatra Craiului şi în regiunea Rucăr-Dâmbovicioara unde-i suportat de Cristalinul grupului I-ii, el apare foarte fosilifer.

Astfel, în Valea Lupului la Rucăr, şi la Strunga în Bucegi, baza Malmului apare formată din calcare şi gresii roşcate cu *Macrocephalites Macrocephalus*, *Harpoceras carpaticum*, *Perisphinctes*



(*Grossouvria*) *Choffati*, *Belemnopsis calloviensis*, *Belemnites hastatus*, *Rhynchonella Atla*, *Pygope Bouei*, *Posidonomya alpina*, *Lima rupicola*, etc.

Partea superioară a Malmului, **Tithonicul**, este reprezentat în general prin calcare albe compacte, recifale, care se reazămă fie pe Malmul inferior, fie pe Dogger, unde baza Malmului lipsește; fie chiar peste șisturile cristaline, cum se observă adese ori în zona de extindere a Cristalinului grupului II-lea. În Bucegi, Piatra Craiului și la Rucăr, calcarele tithonice sunt bogate în resturi de *Cidaris glandifera*, *Nerinea chromatica*, *Terebr. nucleata*, *Terebratula substriata*, *Rhynchonella lacunosa*, *Coralieri*, etc.

Pe versantul nordic al Perșanilor și în Hăghimașul Mare, Malmul inferior este reprezentat prin calcare cu *Oppelia lithographica* și *Aspidoceras acanthichum*, peste care urmează calcarele albe, compacte, cu *Coralieri*, *Nerinee* și *Diceras*, ale Tithonicului.

În clipele din Moldova de Nord și din Bucovina, Malmul inferior este la fel cu cel din Bucegi; pe când cel superior este reprezentat prin calcare cenușii cu silixuri, cu rari resturi de *Aptycus* și prin calcare albe recifale.

În Munții Apuseni, Jurasicul prezintă o puternică dezvoltare, mai ales în Munții Bihorului; unde în zona cuprinsă la Sud de Crișul Repede, între Tileagd și Șoncoioși, apare împreună cu Triasicul, de care din lipsa de fosile este greu de separat și unde prezintă cele mai frumoase fenomene karstiene, cu șiruri numeroase de doline, cu peșteri frumoase și bogate în resturi de animale cavernicole, și cu numeroase dispariții de cursuri de ape. La partea lor superioară, aceste calcare, prin decalcifiere și solificare în lunga perioadă continentală ce a urmat, au dat naștere de sigur și la importante depozite de bauxite.

Destul de importante sunt și petecile din Munții Metalici, în care sunt tăiate chei impunătoare (Cheile Turdei și ale Turului, lângă Turda), ori formează creste impunătoare ca Creasta Bedeleului, ca Vâlcanul, etc. În general baza acestor calcare este adânc înclăștată în sinclinalele șisturilor cristaline, din care cauză petecile care prin eroziune au fost reduse numai la aceste șuvițe înclăștate și transformate în marmoră prin presiune, au fost considerate drept calcare cristaline și însumate direct la seria șisturilor cristaline.

## Cretacicul.

În regiunile carpatice ca în o mare parte din mijlocul și sudul Europei, Cretacicul se divide în mod natural în două jumătăți, **Cretacicul inferior** și **Cretacicul superior**, separate între ele prin o puternică transgresiune.

**Cretacicul inferior.** Marea Jurasicului superior care în Tithonic prezintă adâncimi mici în regiunile carpatice, ceea ce a privilegiat o puternică dezvoltare de recifi coraliери; cu începutul timpurilor cretaceice, începe din nou să-și adâncească fundul, mai ales în regiunile de extindere ale șisturilor cristaline ale grupului I-ii. Din cauza acestei adânciri, în toată regiunea acestor șisturi cristaline și în directă continuitate de sedimentare cu calcarele Jurasicului superior, vom găsi Cretacicul inferior dezvoltat într-un facies alpin calcaros-marnos, amonitic, de adâncimi mari; pe când în afara acestei zone, de jur împrejur, dealungul regiunii muntoase actuale, el apare dezvoltat într-un facies neritic, mălos, calcaros-grezos, negricios și în general lipsit de fosile. Acest facies mălos cu oarecare mici deosebiri, se continuă, în regiunea aceasta carpatică, până în Terțiarul mijlociu, formând caracteristica rocilor Flișului Carpaților, ca și Alpilor. Astfel, faciesul calcaros-marnos, de adâncimi mari, îl găsim dezvoltat în toate clipele jurasice din Bucovina și din Nordul Moldovei; în cele din Hăghimașul Mare; peste toate petecile de Jurasic din Munții Apuseni; în cele din Bănat (Svinița); dar foarte fosilifer și bine dezvoltat se găsește în extremitatea orientală a Munților Getici, în regiunea Rucăr-Dâmbovicioara, în Bucegi și în jurul Brașovului. În regiunea Rucăr-Dâmbovicioara, unde a fost mai bine studiat (Dealul Sasului, Valea Muierii și între Peșteră și Cheile Dâmbovicioarei), Cretacicul inferior începe la bază prin calcare marnoase, în strate subțiri cu: *Lytoceras grasianum*, *Crioceras Duvali*, *Duvalia dilatata*, *Belemnopsis jaculum* (**Hauterivian**); peste acestea urmează marne calcare cu *Hinnites rumanus*, *Phylloceras infundibulum*, *Lytoceras Phestus*, *Pulchellia Pulchelli*, *Acanthoceras Albrechti-Austriacae*, *Crioceras Kiliani*, *Hamadina Ponii*, *Nautilus neocomiensis* (**Barremian**). Partea superioară a Cretacicului inferior (**Aptianul**), reprezentat prin calcare recifale cu *Requienia*, este mai slab conservat, de și blocurile numeroase din Bucegi, din regiunile Brașovului, din Perșani, din Hăghimașul Mare, din Ceahlăul, din Bratocea și din Munții Apuseni, ne indică o destul de mare răspândire.



Din răspândirea faciesului de adâncime al Cretacului inferior, legat în general ca și Jurasicul de aparițiunile șisturilor cristaline ale grupului I-ii, precum și din variațiunile de adâncime ce diferitele sale subdiviziuni ne indică; apare evident că în regiunea Blocului Central al Carpaților, dacă la început apele Cretacului inferior erau destul de adânci, în partea lui superioară (Aptian) se manifestă o exondare generală, vădită tocmai prin dezvoltarea mare a calcarelor recifale cu *Requienia*.

Aceste mișcări tectonice se pot deduce și mai bine din urmărirea mai de aproape a faciesului neritic. Acest facies bine deschis în valea Prahovei (Fig. 339), între Azuga și Posada, și care a fost deosebit la început cu denumirea de **Strate de Sinaia** (POPOVICI-HATZEG): se poate urmări spre Nord până în Depresiunea Brașovului și de aci spre Est, în Doftana și în Valea Târlungului. El este format, la bază, din gresii cenușii vinete, micacee-cuarțoase, mai mult sau mai puțin tari, acoperite de o puternică serie de calcare negricioase în plăci subțiri, cu numeroase vine albe de calcită, care umplu crăpături numeroase datorite presiunilor suferite de rocă. Acest calcar trece în sus la o serie de marne folioase. Stratele de Sinaia aparțin după toate probabilitățile subdiviziunilor Cretacului inferior, Valanginian, Hauterivian și Barremian. Deasupra lor, în regiunea de la Comarnic-Petroșița și de aci peste Doftana, spre Est, până în cursul superior al Teleajenului, urmează o serie de strate — Stratele de **Comarnic** (VOITEȘTI) — care încep prin gresii marnoase cenușii-negricioase ce se cojesc uneori în foi subțiri pline de hieroglife mici, peste care urmează o puternică serie alternantă în bănci subțiri de o gresie micacee, marnoasă, uneori cenușie-vărgată, alteori negricioasă și de marne vinete, uneori roșcate prin alterație, având și intercalațiuni de o marnă albicioasă cu *Fucoides* și de strate subțiri de un calcar compact, vinețiu, alte ori brecios, plin de resturi de *Orbitolina lenticularis*. Gresiile care iau o mai mare dezvoltare în partea superioară a seriei, pe lângă *Orbitolina*, mai conțin și resturi de forme mici de *Belemnites*, de *Inoceramus* și de *Ostreide*. În Bucegi, în Bratocea-Tigăile și în Ceahlăul, peste Stratele de Comarnic, în loc de gresii, apar blocuri-clipe enorme de calcare recifale aptiene cu *Requienia*, înfășurate și acoperite de puternice conglomerate (MACOVEI, ATHANASIU, IEKELIUS, PREDĂ), considerate tot ca aptiene.

Faciesul neritic al Cretacului inferior, considerat în totalitatea sa, cel puțin în jumătatea sa superioară, alternează cu faci-

esul de adâncime, în Depresiunea Brașovului și a Oltului superior, unde devine fosilifer (Barremian), alternanța aceasta întinzându-se și spre Vest, peste Perșani, până în Munții Apuseni.

Importantă pentru trecutul Carpaților vechi, este poziția tectonică a faciesului acesta al Cretacului inferior, față de șisturile cristaline ale grupului I-ii. Astfel, după Murgoci, în Carpații Meridionali, faciesul neritic apare în toate ferestrele tectonice din autohton, în care ferestre apare și grupul al II-lea, frământat împreună cu Jurasicul, pe suprafața de încălecare a pânzei de supra-cutare a Cristalinului grupului I-ii, ca: în mica fereastră din valea lui Stan lângă Brezoi, Vâlcea, unde apare frământat împreună cu calcarele jurasice și cu conglomeratele permene; la Ciocadia (Gorjiu), și pe linia Baia de Aramă-Balta (Mehedinți), etc.



Fig. 339. — Cretacul în valea Prahovei (între vf. Omul și Brezoi); K = clipe de calcar jurasic-neocomian; C1 = Stratele de Sinaia (Barremian); C1' = Stratele de Comarnic (Aptian); C2 = Conglomeratele de Bucegi (Cenomanian); C2' = Marnele roșii (Senonian); E + O = Eocenul și Oligocenul faciesului de Fuzaru; M = Miocen (Helvetian); S = Un masiv de sare presupus după Izvorul sărat din Gurga; F = Falii.

În Carpații Orientali și de N-W, el prezintă aceeași poziție tectonică, căci făcând abstracție de marea sa dezvoltare în extremitatea de NE a Perșanilor, în M-ții Baraoltului, în zona de izvoare ale Buzăului, în Munții Cașonului, în Munții Breteului, ai Oituzului și Ciucului, dezvoltare care corespunde cu scutundarea fundamentului de cristalin; de la Mercurea (Sereda) Ciucului în sus, de unde re-apare Cristalinul Carpaților Orientali și până unde acesta dispăre din nou în Munții Maramureșului, faciesul neritic al Cretacului inferior apare numai sub marginea fracturată și încălecată, peste el, a șisturilor cristaline. Dela această margine, spre E, el constituie fundamentul Flișului Carpaților, de sub care apare din când în când pe văile anticlinale mai adânci.

### Catenele Dacice.

Din descrierea răspândirii faciesurilor Cretacului inferior și din poziția lor actuală față de Cristalinul grupului I-ii și anume: faciesul de adâncime, amonitic, găsindu-se suportat de acest cris-



talini, pe când cel neritic găsindu-se apucat și îngrămădit atât sub marginea faliată cât și pe suprafața de încălecare a acestui grup cristalin; se poate ușor deduce, că la finele Cretacicului inferior s'a petrecut cel mai important episod tectonic din trecutul regiunilor noastre carpatice. În adevăr atunci se petrec puternicele mișcări orogenetice (însoțite de erupțiuni de diabaze, de diabaz-porfirite și de porfire), care au cutat puternic Blocul central al Carpaților, dela șisturile cristaline și rocele eruptive până la cuvertura sa de Jurasie și de Cretacic inferior, ridicând munții înalți. **Catenele Dacice**, arcuite în felul celor actuali și din care azi nu ni s'au mai păstrat decât cele trei mari petece din Munții Apuseni, din Carpații Meridionali și din cei Orientali. Și aceste puternice mișcări orogenetice n'au cauzat numai simple cute, ci după cercetările lui MURCO (vezi Fig. 336), întreaga serie de șisturi cristaline a grupului I-ii, împreună cu sedimentul său paleozoic-mezozoic, a fost împinsă, răsturnată și încălecată, sub forma unei mari cute anticlinale, peste șisturile cristaline ale grupului al II-lea și peste Paleozoicul și Mezozoicul ce le acopereau, pe care în mare parte le-a și laminat și dinamometamorfozat, în tot lungul zonelor de încălecare prin încălecare.

Din studiul faciesurilor Cretacicului inferior se poate deduce că această mișcare începe deja din Aptian, de când se stabilește peste toate regiunile carpatice faciesul neritic.

Nu trebuie însă să ne închipuim că aceste mișcări uriașe își au originea în însăși regiunile carpatice, cum s'ar părea la prima vedere; căci în cazul acesta fenomenul supracutării, cu încălecarea dinspre interiorul arcului, înspre exteriorul său și această nu numai în Carpații românești, ci de jur împrejur, în tot lungul arcului carpatic, precum și în Alpi; fenomenul n'ar putea fi explicabil. Soluțiunea acestei importante probleme tectonice ne-o dă MRAZEC, prin explicarea jocului de scufundare, cu subîmpingere a vechilor carapace din fața arcului, și anume, ea este datorită jocului Platformei Podolico-Ruse, al Munților Dobrogei de Nord cu prelungirea lor spre Sudeți, azi scufundată, și al Prebalcanilor; carapace care se întindeau până la limita regiunilor carpatice și care, prin o scufundare treptată (împreună probabil cu Cristalinul grupului al II-lea cu care poate făceau un corp comun), s'au subîmpins regiunilor carpatice, provocând prin aceasta încrețirea grupului I-ii, în încrețituri care spre marginea din spre regiunile din față, subîmpinse, au trecut la cute răsturnate și încălecate (Carpații

Meridionali), sau prin ruperea îndoiturei frontale a cutelor, la pânze de încălecare (Carpații Orientali și de Nord).

Cu acest episod important se încheie trecutul geologic al vechilor Carpați, al Catenelor Dacice, ce împrejmuiu cu un puternic lanț muntos Blocul central carpatic, încrețit și el destul de puternic. Căci, ca după ori ce mișcări orogenetice importante, prin satisfacerea forțelor de încrețire, urmează o destindere bruscă a acestor forțe, care se traduce apoi prin scufundarea regiunilor slab susținute, nu numai în regiunile din față și din spatele zonelor cutate intens, dar acestea în scufundarea lor, atrag după ele și porțiuni mari din regiunile cutate.

Astfel, după formarea Catenelor Dacice, apar în regiunile carpatice puternice zone de scufundare în lungul zonelor ocupate azi de Flișul cretacic-paleogen, pregătind leagănul mării Flișului, care se va întinde și peste o mare parte din zonele cutate și scufundate din vechiul Bloc central.

### Literatura.

1. FR. HAUER și G. STACHE: Geologie Siebenbürgens. Wien 1863.
2. K. PAUL: Grundzüge der Geologie der Bukovina, Jahrbuch der Geol. R.-Anstalt, Vol. XXVI. Wien 1876.
3. FR. HERBICH: Das Szeklerland. Mitteil. a. d. Jahrb. der ungar. geol. Anstalt, Vol. V. Budapest 1878.
4. B. v. INKEY: Geotectonischen Skizze der westlichen Hälfte des ungar. Rumänisch. Grenzgebirges. Földt. közl. Vol. XI. Budapest 1884.
5. G. PRIMICS: Die geolog. Verhältnisse der Fogaraschen Alpen, etc. Mitt. Jahrb. der ungar. geol. Anstalt, Budapest 1884.
6. FR. HERBICH: Données paléont. sur les Carpathes Roumaines, Annuar. Biroul. Geol. No. 1. București 1885, și în Siebenbürg. Mus. Ver. Cluj 1887.
7. A se vede și părerea lui UHLIG în Jahrb. d. k. k. R.-Anstalt Vol. XII, p. 217—224, Wien 1891.
8. L. MRAZEC: Considér. sur la zone centr. des Carpathes roum. Bul. Soc. des Sc. București, 1895 și 1896.
9. L. MRAZEC: Über die Antracitbildungen in Südkarpathen. Anzeiger der Wiener Akad. der Wiss. Vol. XXVII. 1895.
10. V. POPOVICI-HATZEG: Étude géol. des environs de Câmpulung et de Sinaia (Théze). Paris 1898.
11. I. SIMIONESCU: Fauna caloviană din Valea Lupului; Studiu geologic și paleont. în Carpați Sudici, Acad. Rom. Publ. Fondul Adamache No. 3, 11 și 12, Buc. 1899.
12. I. SIMIONESCU: Studii geologice și paleontologice în Carpați Sudici (Dâmbovicioara) idem.
13. V. UHLIG: Bau und Bild der Karpathen. Wien 1903.



13. L. MRAZEC: Sur les schistes cristallins des Carpathes merid. C. R. du IX. Sés. du Congrès geol. intern. Wien 1903 (1904).
14. FR. SCHAFFARZIK: Kurze Skizze der geolog. Verhältnisse und Geschichte des Gebirges am Eisernen Tore, etc., Földt. közl. vol. XXXIII. Budapest 1903.
15. G. MURGOCI: Contrib. à la tectonique des Carpathes merid.; Sur l'existence d'une grande nappe de recouvrement dans les Carpathes merid.; Sur l'âge de la grande nappe, etc., C. R. Acad. Sc. Paris. 1905.
16. M. REINHARD: Sîturile cristaline din Munții Făgărașului. Anuarul Instit. geol. Vol. III. 1909.
17. M. REINHARD: Rocile granitice granulare ale pânzei transilvane. Anuarul Instit. geol. Vol. V. 1911.
18. G. MACOVEI și I. ATHANASIU: Structura geologică a Văii Bistriței (Moldova) etc. D. S. ale Șed. Inst. Geol. Vol. VIII. 1920.
19. D. PREDA: Geologia și tectonica părții de răsărit a Jud. Prahova. Anuar. Instit. Geol. Vol. X. 1924.

## 2. — Carpații Flișului și depresiunile interne vechi din regiunea Catenelor Dacice.

Istoricul geologie al Carpaților Flișului începe cu scufundarea zonelor din fața Catenelor Dacice. Zonele scufundate atrag cu ele în scufundare majoritatea Carpaților Orientali și de NW, cu o bună parte din regiunile ocupate azi de Câmpia Transilvaniei, precum și extremitatea orientală a Carpaților Meridionali, cu o bună porțiune din fața lor; la sud de care se schițează Depresiunea Getică. Astfel se pregătește patul geosinclinalului Flișului Carpaților, care începe cu Cretacicul superior. Tot atunci prin aceste scufundări iau naștere și toate fracturile transversale cutelor carpatice, prin înbucătățirea carapacelor din fața lor, din cauză că în scufundarea lor n'au suferit toate bucățile aceeași denivelare.

**Cretacicul superior.** Apele Cretacicului superior venind din spre N, pătrund treptat în toate zonele scufundate, formând un braț de mare arcuit, a cărui adâncime maximă coincidea cu axul actual al Carpaților Orientali și de NW și ale cărui valuri se întindeau și peste zonele din fața (Dobrogea prebalcanică), precum și peste o parte din zonele scufundate din interior. Depozitele lăsate de aceste ape încep la bază cu Albianul (Gaultul), reprezentat prin conglomerate mărunte și gresii, pe care le sedimentează apele cretacice în transgresiunea lor peste resturile Catenelor Dacice, formațiuni care abia dacă s'au putut păstra în câteva puncte, ca: în Depresiunea dela Rucăr-Dâmbovitioara, și anume în baza nisipurilor ce acoper fundul acestei depresiuni, din care se citează:

*Schloenbachia inflata*, *Scaphites Meriani*, *Belemnopsis minimus*, etc.; la Rucăr, în conglomeratele silicioase din Valea lui Ecle și în nisipurile din Valea Preutului, din care se citează *Turritites Pusosianus*; în baza gresiiilor dela Comarnic (Prahova), și în fine în clipele plenice de pe Arva, în Carpații de NW. Toate aceste resturi ne arată că transgresiunea Cretacicului superior nu începe decât către finele Gaultului. După Gaultul superior transgresiunea progresează treptat, astfel că în Cenomanian pătrunde adânc peste capătul oriental al Cristalinului grupului I-ii, depunând puternicile conglomerate și gresii litorale dela Nămăești-Rucăr și din Piatra Craiului, o parte din conglomeratele și gresiiile din Bucegi și din Munții Bârsei, înaintând și în interior peste Perșani. Aceste formațiuni litorale desigur cu s'au sedimentat și spre E și NE, în Carpații Flișului, trecând peste pasul Predeal și Bratocea, până în Carpații Orientali, în Ceahlăul (?) și la Glodul, precum și în Carpații de NW, peste pânza Cristalinului grupului I-ii, care a procurat și materialul acestor depozite. Vechimea cenomaniană a acestui facies litoral, în regiunea cursului superior al Dâmboviței și Ialomiței, o dovedesc formele de fosile ce conțin, ca: *Exogyra*, *halioidea*, *Mortoniceras inflatum*, *Acanthoceras Mantelli*, *Belemnopsis ultimus*, *Sequoia Reichenbachii*, etc. Tot fosilifer se află și în regiunea dela Glodu (Suceava), pe marginea internă a Cristalinului, de unde, din conglomeratele și gresiiile cenomaniene, se citează *Exogyra columba*, *Lima semisulcata*, *Pyrina inflata*, etc. Toate aceste forme de viață indică legăturile largi cu marea Flișului avea în timpul acesta cu mările nordice (faciesul germanic). În interiorul regiunilor carpatice apele cenomaniene pătrund până în Munții Apuseni, unde depun conglomerate gresii și marne, în care pe lângă formele faciesului carpatic (germanic), găsim *Actaeonella* și *Rudisti*, ceea ce ne indică influența apelor alpine, mai calde (faciesul alpin, sau de Gosau), cu care marea cretacică avea pe aci legături deschise.

În timpul Turonianului, se pare că apele Cretacicului superior sunt în retragere de pe zona de adâncime geosinclinală, căci afară de regiunea dela Armeniș, pe versantul de Est al Perșanilor și de cea dela Glodu unde s'au găsit forme caracteristice (*Inoceramus labiatus*, *In. latus*, etc.); depozite corespunzătoare Turonianului, nu se cunosc în Carpați.

Cu Senonianul însă apele Cretacicului superior ocupă cea mai mare întindere în regiunile carpatice, ea și pe platformele și



zonele limitrofe din fața lor, timpul acesta corespunzând cu maximum de adâncire al tuturor porțiunilor scufundate, atât în regiunile carpatice cât și în zonele exterioare.

Astfel în timpul acesta, dacă o mică parte din Munții Getici mai formă încă o insulă ce ieșea din Marea senoniană, restul regiunilor carpatice, cu Munții Apuseni și Carpații Orientali, precum și o bună parte din Platforma Podolico-Rusă, din Dobrogea și din Prebalcani, erau cu totul acoperite.

În timpul acestei mari adânciri, iau naștere și depresiunile noi, din fața geosinclinalului Carpaților ca: Depresiunea Volhinică, Depresiunea moldo-basarabiană, Depresiunea Dobrogei sudice cu Prebalcanii, se schitează Depresiunea Getică, etc.; toate separate prin puternice fracturi transversale de restul porțiunilor rămase mai ridicate, cum a rămas o mare parte din Platforma Podolică, din Munții Măcinului și din suportul Câmpiei Române.

Din cauza acestei mari extinderi și din cauza adâncimilor variate ce prezintă marea senoniană, și faciesurile petrografice ale sedimentelor sale variază. Astfel, în regiunea de cea mai mare adâncime, care coincide cu marginea externă a vechilor Catene Dacice, se sedimentează un facies de adâncime mare, format din marne roșii, pe unele locuri violacee, cu *Belemnitella Hoeferi*, formă foarte apropiată de *Belemnitella mucronata* (Corn de șarpe în Mușcel și în Dâmbovița); facies care se poate urmări dela Lalea, pe Dâmbovița, în W, pe la marginea Carpaților, peste Petroșița, Comarnic, Măneciu, Valea Sîrului, Poiana Sărătă, până la izvoarele Tisei în Maramurăș, găsindu-se azi mai mult sau mai puțin complet laminat sub marginea fracturată și încălecată a crestei Carpaților.

În afara acestui facies și acoperit azi în cea mai mare parte de Flișul numulitic din Carpații Orientali, găsim dezvoltat un facies marnos-gresos, vânt-cenușiu cu *Amoniti mici* și cu *Inocerami mari* (*In. Salisburgensis*), care mai în afară, peste regiunile vecine din Platforma Podolică și din Dobrogea și Prebalcani, trece la un facies neritic cretos.

Dela Dâmbovița spre apus, unde faciesul roșcat de adâncime trece la conglomerate și gresii roșietice (Cotenești), bogate în *Echinoderme*, (*Micraster*, *Echinoconus*) și în *Inocerami* (*I. Cripsi*, *I. Lamarchi*), găsim dezvoltat faciesul neritic intern, format de gresii și de marne alburii și cenușii, foarte bogate în resturi fosile caracteristice, facies, care din jurul Câmpulungului (Albești, Mușcel), pe de o parte se poate urmări prin depresiunea Rucăr-Dâmbovi-

cioara, până în depresiunea Brașovului (Armeniș, Tohani, etc.), și de aici la Glodu în Suceava; pe de altă și mai grezos, până la Dunăre, dealungul poalelor Carpaților Meridionali. Astfel îi găsim: pe Vf. Ghiu (Argeș); de o parte și de altă a Culmei Cozia în regiunea Oltului; pe Vf. Căndoaia (Vâlcea), și la Gura Văii, pe Dunăre, lângă Vârciorova. La Nord de Cozia, în basinul interior, faciesul acesta se deosebește întrucâtva de cel interior, căci aci găsim un amestec de forme caracteristice faciesului nordic (*Inoceramus*), alături de forme de *Hippurites*, *Radiolites*, etc., forme tipice faciesului alpin. Aceste forme alpine se găsesc în enormele blocuri de calcare recifale, ce răsar deslipite de suportul lor de cristalin, între sedimentele grezoase-conglomeratice ale basinului. Pe aci deci, prin aceste bazine interioare, marea carpatică a Cretacului superior comunică cu aceea a Alpilor. Influența apelor mai calde alpine se simte, în Senonian, până în regiunea Oltului, căci blocuri cu *Hippurites* s'au găsit și pe valea Cîmbului lângă Sibiu. Influența aceasta se simte mai bine însă în toate regiunile interioare vechilor Catene Dacice, dela Munții Apuseni până la Perșani și pe versantul interior al Carpaților Orientali (Culmea Stănișoara și Tulgheș). Astfel în Munții Apuseni marea senoniană, care îi acopereă în mare parte, depune conglomerate, gresii și marne bogate în *Actaeonella*, iar pe colțurile mai răsărite se fixau puternice bancuri de *Hippurites*, care ne-au procurat frumoasele marmore roșcate de Hășdate și de Feneș. Aceste depozite se găsesc păstrate azi numai pe la marginea munților, ca întră Gilău și Hășdate și spre apus de aci în sinclinalale ce intră în interiorul munților până în regiunea Abrudului, precum și pe marginea lor dinspre Alba-Iulia, etc. Din regiunea Munților Apuseni marea senoniană își făcea simțită influența și înspre Sud, prin brațele ce trimitea în Cristalinul Carpaților Meridionali, prin depresiunea Temeșului, până în Poiana Ruscă și prin aceea a Streiului până în zona de izvoare a Jiului; ca și în spre E, până în Carpații Orientali, pe unde se găsesc azi înprăstiate resturile de calcare cu *Hippurites*.

Către linele Cretacului superior apele marine retrăgându-se, regiunile carpatice devin din nou un uscat continental, în care timp (**Danian**), sub o climă de stepă caldă, se depun numai conglomerate roșcate continentale, din care s'au descris unele resturi de Reptile de uscat. Se poate ca platforma creștelor celor mai înalte — platf. Borăscu (de Martonne) — din Carpați, să fi luat naștere, prin nivelare, în timpul acestei perioade continentale.



## NEZOZOICUL (CAINOZOICUL).

**Terțiarul.** Perioadei continentale dela finele Cretacicului superior, care durează și în primele timpuri ale Terțiarului inferior, îi urmează o nouă perioadă de scufundare, care se continuă treptat până la finele Terțiarului. Este interesant de urmărit modul cum a decurs acest fenomen de scufundare în diferitele părți ale regiunilor carpatice. Axul noului geosinclinal al Flișului cretacic, el găsindu-se acum ceva mai în afară, și aceasta datorită faptului că porțiuni noi din regiunile frontale ale platformei din față se scufundă subîmpingându-se. Și fenomenul acesta de treptată emigrare spre exterior a axului geosinclinal (MRAZEC), se petrece în tot timpul Terțiarului, ale cărui ape treptat, treptat, cuceresc noi porțiuni din regiunile platformelor din față. În același timp și Depresiunea Getică este în plină individualizare, prin o scufundare treptată, care durează până la finele Terțiarului; pe când regiunea ce se află azi în fundamentul Câmpiei Române, rămâne tot uscat continental, cum era de pe la finele Cretacicului, căci în sondajul din Bărăgan, s'a găsit Sarmațianul (Tortonianul ?) așternut direct peste calcarele cretaceo-jurase.

În timpul acesta se individualizează și Depresiunile marginale din interiorul arcului Carpatic, ca: Depresiunea Câmpiei Transilvaniei, care ia naștere prin fracturarea mai multor (patru cel puțin) sinclinale cretacee largi, de direcție generală NE-SW, care era și direcția vechilor cute ale Catenelor Dacice din regiunea aceasta și ale căror urme, șterse mult azi, se mai pot încă vedea păstrate în prelungirile lor sudice din Carpații Meridionali (Depresiunea Brașov-Dâmbovicioara-Rucăr-Drăgoslavele-Nămăești; Depresiunea Titești-Brezoi-Olănești, care desigur prin valea Oltului înaintă până în Transilvania; Depresiunea Streinului, și în Munții Apuseni, Depresiunea Turda-Hășdatele.

Mai târziu (în Miocen), ia naștere și marea scufundătură Pانونică, careia i-se datorește de altfel și definitivă îmbucătățire a Blocului Central carpatic, petecile rămase mai ridicate, găsindu-se, cum am văzut în primul capitol, dispuse în trepte, din ce în ce mai ridicate, cu cât se găseau mai depărtate de zona de influență a scufundăturii, ele fiind separate și între ele prin depresiuni interne.

Și astfel apele Terțiarului pătrund în toate aceste zone de scufundare în ordinea formării lor.

Pentru Terțiarul vechi se constată însă, că pe când apele geosinclinalului carpatic aveau legături largi cu vechea mare alpină

ce acoperea tot sudul Europei; acele ale Depresiunii Transilvane, ea și cele din Depresiunea Raabului, aveau legături largi cu apele ce acopereau centrul și o parte din nordul Europei.

Între aceste două zone de influență există desigur, un prag insular destul de ridicat, care coincidea aproximativ cu locul vechii creste a Catenelor Dacice, aceasta cel puțin pe porțiunea pe care apar azi sisturile cristaline în Carpații Meridionali și cei Orientali.

O caracteristică destul de importantă a tuturor acestor depresiuni și care reiese din studiul faciesurilor de roce ale Flișului ce s'au sedimentat în ele, este că apele acestor depresiuni erau foarte puțin adânci; iar dacă pe locul ocupat de ele s'au format depozite care deși de ape puțin adânci, au însă grosimi de sute și chiar mii de metri, aceasta se datorește faptului că sedimentarea a progresat treptat cu scufundarea depresiunilor, așa că pe durate enorme de timp profunzimea apelor rămâne cam aceeași.

**Paleogenul.** În regiunile carpatice Terțiarul se găsește reprezentat prin cele două subdiviziuni ale sale: **Paleogenul**, sau **Numuliticul**, cu **Eocenul** și **Oligocenul**, și **Neogenul** cu **Miocenul** și **Pliocenul**.

**Eocenul.** Am văzut că marea eocenică pune stăpânire peste regiunile carpatice numai din **Lutețian**. În timpul acesta geosinclinalul Carpaților Flișului paleogen, cuprinzând aici și Depresiunea Transilvaniei, avea fundul divizat prin cel puțin două creste proeminente, adânciturilor dintre ele, corespunzându-le faciesuri de mare adâncime, ca în zonele acestor creste.

Astfel dacă ne adresăm zonei de creastă, care separă Depresiunea Transilvaniei de adevăratul leagăn al Flișului carpatic paleogen, o găsim formată în mare parte de Cristalinul ce presăra marea eocenă cu o serie de insule, dela Olt, în Carpații Meridionali, unde se lega cu marea insulă a Cristalinului getic, peste Perșani, până în Munții Maramurășului. În jurul acestor insule și pe fundurile puțin adânci, cu ape limpezi și ferite de mătul țărmurilor îndepărtate, se depuneau calcare zoogene, numulitice, pure, rar amestecate cu gresii cuarțoase, provenite din distrugerea cristalinului insulelor. Și dacă aceste depozite au fost ulterior în mare parte distruse, ne-au rămas totuși destule urme ca să le putem urmări întinderea. Astfel în categoria aceasta intră: petecile de calcar numulitic dela Albești-Cândești-Nămăești (Mușcel), cu o faună foarte bogată în **Foraminifere** (*Numulites distans*, *Tschihatscheffi*,



*N. atacicus*, etc.), de **Echinoderme gigante** (*Conoclypeus conoides*, *Amblypygus dilatatus*, *Rumanaster Uhligi*), de **Brachiopode**, de **Crustacee** (*Ranina*), de **Alge calcare** (*Lithothamnium*), etc., care ne indică o vârstă eocenică (Lutețian); petecile dela Porcești (Turnu Roșu); blocurile răslețite de lângă Brașov, cele dela Rodna, etc.; cu deosebirea că cele din spre versantul transilvan, sunt mai bogate în resturi de **Gasteropode** și de **Lamelibranchiate**. De altfel conglomeratele miocene, din tot lungul Subcarpaților, sunt pline cu bucăți de calcar numulitic, luate de pe socoteala acestui facies după ce creasta munților actuali s'a ridicat.

În spre interiorul arcului carpatic, în Basinel Transilvaniei, se sedimentă în timpul Eocenului o serie de roci care alternează de două ori, formată de argile roșii, de gipsuri și de calcare numulitice (argilele roșii inferioare, gipsurile infer., calcarele numulitice infer., arg. roș. super., gipsurile superioare, calcare numulitice superioare, marnele cu *N. intermedius* și cu *Briozoare*), având și unele intercalațiuni de calcare de apă dulce. Atât argilele roșii, care amintesc influența unui regim climateric tropical și umed, ca și calcarul de apă dulce din baza gipsurilor superioare, ne indică că marea eocenică întindea aci un braț (pe la Nord?), puțin adânc, care temporar ajungea să se îndulcească complet, ori să se concentreze mult când depunea gipsurile. În tot cazul însă, cele două puternice intercalațiuni de calcare, așa de bogate în **Foraminifere** (*Nummulites complanatus*, *N. perforatus*, *N. intermedius*), în **Echinide** (*Echinolampas*, *Cidaris*), în **Lamelibranchiate** (*Ostraea*, *Vulsella*), în **Gasteropode gigante**, (*Cerithium giganteum*), etc., ne indică că marea majoritate a timpului a stăpânit aci regimul marin. Aceste depozite acoperite în mare parte de formațiuni mai noi, apar azi pe toată marginea nordică a basinelului, arcuindu-se pe la Huedin, de unde trec și peste marginea orientală a Munților Apuseni, până la Turda. În special în regiunea dintre Cluj și Huedin, Eocenul este așa de fosilifer, în cât la Gheră-Oșorhei, locuitorii, exploatează un banc de peste 3 metri grosime numai de Numuliți, slab cimentati între ei, cu care impietruiesc stradele și curțile. Câteva petece de Eocen apar la vedere și pe marginea de SW a basinelului, în Depresiunea Streinului și a Sibiului.

Pe creasta actuală și spre exteriorul acesteia, în adevăratul geosinclinal al Flișului numulitic, găsim trei faciesuri, sărace în resturi organice și mai mult sau mai puțin ușor de distinse între ele. Unul intern, format de marne roșii și vinete de ciment, cu

intercalațiuni de bănci calcaroase și cu puține gresii fine în Carpații meridionali, cu mai puternice intercalațiuni grezoase în cei orientali, ce alternează către partea superioară cu marne cenușii, foioase. Aceste depozite reprezintă faciesul intern, a cărui extindere coincide aproximativ cu zona de extindere a marnelor roșii senoniene. După petecile fosilifere ce s'au putut conserva până azi în Carpații meridionali, în sinclinalele de Senonian mai adânc înclinate și nu complet strivite sub marginea gresiei carpatice (Comarnic, Belia, Șotrile, în Prahova și în Carpații orientali, la Valea Sasca în Suceava, etc.), faciesul acesta apare destul de bogat în **Foraminifere**, **Lamelibranchiate** și **Brachiopode** eocenice medii (Lutețian). În restul Carpaților el este aproape lipsit de fosile.

Imediat spre exteriorul acestui facies, găsim dezvoltat unul foarte grezos—**faciesul gresiei de Fuzaru**—sedimentat dealungul unei spinări mai ridicate, ce separă probabil faciesul intern de cel marginal, ambele acestea de adâncimi mai mari.

Depozitele acestui facies încep prin o alternanță de marne cenușii și de gresii micacee, care se aseamănă puțin mai ales cu baza faciesului marginal, către care are treceri gradate, și numai către partea sa superioară găsim dezvoltată gresia de Fuzaru, o gresie masivă, vinetie, micacee, în care se observă unele sfărâmatări de o marnă vântată. Gresia de Fuzaru este dispusă în bancuri groase de câțiva metri, separate prin slabe intercalațiuni de marne vinete cu *Fucoidae*, ori de marne roșietice. La partea superioară ea cuprinde un conglomerat fin cuarțos.

Dezvoltarea acestui facies este destul de importantă în zona Flișului paleogen. El se poate urmări din Galiția, unde formează Pasul Tătarului care separă izvoarele Tisei de ale Prutului (Magura-sandstein), de aci prin toată Galiția, Bucovina și Moldova, până în apropierea cotului meridional al Carpaților, unde faciesul de Fuzaru se lărgeste mult, mai ales în regiunea cursului superior al Buzăului și de unde, spre apus, trecând din Carpați în Subcarpați, se reduce, dela Slănicul de Prahova spre West, la câteva clipe mari anticlinale (Cosmina, Breaza, Sultanul, Fuzarul, etc.), pentru a se pierde complet dincolo de Ialomița, la Pucioasa-Pietrari, în Dâmbovița (v. Fig. 342).

În Culmea Berzunțului, pe culmea dintre Asău și Tăslău Sărat (Bacău) și în Bucovina (valca Moldovei) peste gresia de Fuzaru urmează o serie de marne acoperite în sus de o gresie cenușie, fină, slab micacee, **gresia de Lucăcești**, care se poate ușor confunda cu gresia de Kliwa oligocenă.



De și sărac în resturi organice, prezintă a câtorva *Asilinae*, în gresia din valea Buzăului și a Oituzului și a câtorva *Numuliți*, la Breaza și pe versantul dinspre Tisa al Pasului Tătarului, în Galiția, nu mai lasă nici o îndoială asupra vârstei sale eocene (Lutețian-Bartonian).

În apropierea marginii sale externe, geosinclinalul Flișului eocen avea o nouă zonă de adâncime ceva mai mare, în care s'a depus o serie de marne negricioase, nisipoase-micacee, în partea superioară chiar roș-violacee, cari alternează în bănci subțiri cu o gresie cenușie, micacee, gresie care spre interior se îngroașe treptat, luând caracterele gresiei de Fuzaru, spre care are și treceri gradate. În această serie de strate, în spre baza ei, se găsesc dese intercalațiuni subțiri de gresii cuarțitice și chiar de sillexuri vinete; iar către partea ei mijlocie și superioară, se găsesc unele intercalațiuni calcareoase, uneori brecioase, cu numeroase stărâmaturi colțuroase de roce și de șisturi cristaline verzi (de tipul Dobrogei de Nord), intercalațiuni în care se găsesc uneori și numeroși *Numuliți mici*.

Acest facies, cel mai bogat în hieroglife, se întâlnește în toată zona marginală a Cărpăților Flișului, din Galiția, Bucovina și Moldova, până dincolo de curbura meridională a Cărpăților, de unde spre West, treptat, treptat, trecând din Carpați în Subcarpați (v. Fig. 342), i-se schimbă puțin și caracterul petrografic, intercalațiunile grezoase din baza sa devenind mai micacee, iar în partea sa superioară intercalându-se o serie de marne verzui. După fauna de *Numuliți mici* ce acest facies conține, el pare a aparține Eocenului superior (Auversian-Bartonian).

Din scurta descriere a faciesurilor Eocenului geosinclinalului Flișului, se poate ușor vedea că în nici un moment axul geosinclinalului n'a rămas în același loc, pe timpul sedimentării Eocenului; ei, după vârsta depozitelor ce ne-a lăsat, care sunt din ce în ce mai noi, cu cât considerăm faciesurile mai în afară, ne arată în mod evident că și axul său a variat treptat dela interior către exterior.

În Depresiunea Olteniei, Eocenul prezintă un facies puțin deosebit de cel din Carpați, pe de o parte din cauza individualizării acestei depresiuni, care în regiunea Oltului, peste basinal interior al Titeștilor comunică mai larg cu Basinal Transilvaniei, decât cu geosinclinalul Flișului; pe de altă parte din cauza apropierii imediate a mării insule de cristalin ce se întindea dela Olt spre West,

și care-i procură un material detritic abundant. Depozitele sale din cauza acestei apropieri sunt în general conglomeratice-grezoase, cu două intercalațiuni marnoase mai puternice, conglomerate ce se reazămă uneori direct, alte ori împreună cu gresiile și conglomeratele senoniene, peste cristalinul Coziei, în tot lungul său dela Nueșoara (Mușcel), până la Olănești (Vâlcea). În valea Râului Doamnei, pe unde ocolește și în spatele ei, pe după capătul Coziei, în Câmpia Vâlsanului și în valea Argeșului; dar mai ales în basinal interior al Titeștilor, părțile grezoase și marnoase ale Eocenului, conțin o bogată faună eocenică (Lutețian-Bartonian) de **Foraminifere** (*Num. distans*, *N. irregularis*), de **Lamelibranchiate** (*Gisortia Hanthkeni*) și de **Gasteropode** (*Melanopsis Caputinensis*, *M. Haugi*, *Cerithium Vulcani*, acestea din urmă indicând o îndulcire destul de mare a apelor basinalului).

**Oligocenul.** Este greu de spus dacă apele oligocene sedimentează în continuitate cu cele eocene sau nu. După unele conglomerate poligene și de roce verzi, destul de dezvoltate, ce apar în baza Oligocenului marginal din Carpații Orientali, pare mai probabil că între Eocen și Oligocen există o lacună, datorită exondării zonei axiale carpatice. Din cauza acestei exondări nu vom găsi depozite oligocene decât spre interior de creastă, în basinal Transilvaniei și în afara ei, în zona de extindere a faciesurilor eocenice de Fuzaru și marginal, exceptând curbura meridională a Cărpăților actuali, a căror creastă este azi mult mai în afară de cât vechea creastă oligocenică, ce coincidea cu linia de apariție actuală a Cristalinului.

În basinal Transilvaniei pare că Oligocenul e în continuitate de sedimentare cu Eocenul, căci depozitele sale ce însoțesc ivirile de Eocen, dealungul marginii de W, încep prin marne calcareoase — Stratele de Hoia — ce continuă direct marnele cu Briozoare cu care finește Eocenul, conținând și aceiași *Numuliți* (*N. intermedius*). Peste aceste marne urmează o serie de argile roșii în general ne fosilifere — Stratele de Mera — acoperite de argile roșii cu gresii moi, gălbui, care se termină prin puternice gresii, pe unele locuri conglomeratice — Stratele cu *Corbula*. În cotul de NW dintre Huedin și Munții Lăpușului, gresiile și conglomeratele superioare conțin trei intercalațiuni de cărbune brun, care se exploatează la Aghirș, și în regiunea de la Jibău. În Munții Lăpușului și de aci spre E până spre Rodna, marnele inferioare, se apropie ca facies de acelea ale șisturilor menilitice; iar în spre Beanda Mare gresiile superioare se apropie de faciesul gresiei de Kliwa din Carpații Orientali.



Fig. 340. — *Faciesul marginal al Paleogenului (între Zemeș și vf. Uire, Solont, Bacău): S = Masive de sare cu breșă tectonică înconjurătoare (Br); Em = Eocenul și Om = Oligocenul faciesului marginal; M = Mediteraneanul (Heliweșianul) Subcarpaților orientali; F = Fracturi cu încălecri în solzi mari (Voteghi).*



În zona Flișului, Oligocenul se prezintă dezvoltat sub două faciesuri. Unul răspândit în zona faciesului gresiei de Fuzaru din Subcarpații meridionali, format, la bază, din o alternanță de marne cenușii și de gresii moi cu concrețiuni silicioase, care trec la partea superioară spre șisturi marnoase, foioase, — șisturile disodilice, — uneori cu intercalațiuni de silixuri diagenetice, — șisturi menilitice — dispuse în bănci subțiri. Al doilea facies, în zona marginală, mult mai dezvoltat decât primul, începe la bază prin calcare silicioase vineții în plăci și prin marne foioase — șisturi disodilice, — cu bănci de silixuri diagenetice — șisturi menilitice, — cărora către mijlocul seriei li se intercalează bănci subțiri de o gresie albă silicioasă. Această gresie în partea superioară a seriei se desvoltă foarte mult formând bancuri groase de câți-va metri, — gresia de Kliwa — separate prin slabe intercalațiuni de șisturi marnoase. În regiunea de la Solont, Bacău (Fig. 340), deasupra gresiei de Kliwa, urmează din nou o mică serie de șisturi silicioase (cremănușuri). În Nordul Moldovei și în Bucovina faciesul marginal cu gresia de Kliwa se întinde și în zona Eocenului faciesului gresiei de Fuzaru, din Nordul Bucovinei spre Galiția, gresia de Kliwa devenind puțin micacee și marnoasă. Faciesurile acestea oligocenice,

însotesc în Carpați, în suprapunere normală, pe cele două faciesuri eocene, cel de Fuzaru mai mult în Subcarpații meridionali și cel marginal în Carpații Orientali, unde în bună parte înlocuiește pe primul; Oligocenul marginal de la Vălenii de Munte spre W, rămâne vizibil numai sub forma de clipe (Vulcănești, Buștenari), până în valea Telegii, aproape de Câmpina, unde dispare complet; pe când primul facies însoteste clipele de gresie de Fuzaru până dincolo de Pucioasa în Dâmbovița.

Afară de numeroase resturi de *Pești* (*Meletta crenata*, etc.), și de *Chihlibaral de Buzău* (Valea Sibiciului), așa de frumos prin culoarea lui neagră cu reflexe albastrui, și de cel de la Dobrin (Neamțul), Oligocenul Flișului Carpaților, pare a fi lipsit de resturi fosile marine caracteristice. Atât gresia eocenică de Fuzaru, cât și gresia oligocenică de Kliwa, ambele joacă un rol important din punct de vedere economic, prin capacitatea lor mare de a înmagazina petrolul, când vin în contact cu dislocațiile pe care el a migrat. Din gresia de Fuzaru se extrage petrol în Bacău, la Mosoare; pe Valea Păcuritei și a Ninesei, pe dreapta Doftenei; iar din gresia de Kliwa, la Buștenari (Prahova) și la Moinești, Zemeș, Stănești și Solont, pe Taslaul Sărat (Bacău).

Oligocenul Depresiunii Getice este grezos-marnos și la Olănești (Vâlcea) conține un *Chihlibar galben*, ca cel din Oligocenul Mării Baltice.

Paleogenul de tipul marginal apare și în Subcarpații orientali, în două mari clipe ce ridică creste orografice importante: la Sărata lângă Bacău, în Culmea Pietricica și la Vizontea (Putna) în Culmea Răchitașului, ambele cu o poziție marginală în Subcarpați.

### 3. Subcarpații.

**Neogenul.** La finele Paleogenului, regiunile carpatice din nou se găsesc exondate printr-o mișcare de ridicare în bloc, mișcare care provoacă și o destul de intensă încrețire a stratelor, schițându-se astfel de pe acum liniile anticlinale principale în zona Flișului cretacic-paleogen. Resturile mării oligocenice, prin evaporare și concentrare sub regimul continental, depun o serie subțire de gipsuri, cuprinse în argile foioase negricioase, ce s-au păstrat pe alocurea la baza conglomeratelor cu care începe Miocenul.

Aceste mișcări sunt urmate apoi de scufundări noi, ce au loc atât în afara areului carpatic, schițat deja în trăsăturile sale



generale, cât și în interiorul său. În afară, naște depresiunea Subcarpaților prin scufundarea a noi porțiuni din fundamentul regiunilor din față, pe când, în interiorul arcului, naște marea Depresiune Panonică, care târăște după sine și o bună parte din Munții Apuseni; făcându-i de data aceasta să incline, în spre ea și în raport cu mișcarea treptată de basculă ce fac, ei își ridică treptat și marginea din spre basculă Transilvaniei. De altfel în timpul acesta se fac simțite numeroase mișcări tectonice în toate depresiunile acestea cât și în cele din petecile vechi ale Catenelor Dacice.

**Miocenul.** În urma acestor noi scufundări, Marea Mediterană miocenică pătrunde, pe de o parte pe la Nord, în tot lungul Subcarpaților, până la Bahna, lângă Vărciorova; pe de alta, din spre Basculă Vienei care naște tot acum, întrerupând legătura dintre Carpați și Alpi, ea pătrunde în interiorul arcului până în Basculă Transilvaniei; de unde pe zonele sinclinale vechi, acum ajunse sub nivelul apei, trimite brațe marine lungi în interiorul Munților Apuseni, ai Bănatului, cât și în spre Carpați.

În legătură cu aceste scufundări, dealungul liniilor de fracturi profunde cauzate de ele, apar numeroși vulcani, dintre cari unii îngrămădesc enorme mase de lave andezitice, cum sunt cele din Hărghita, din Călimani, din Tibleșul și din Munții Apuseni; alții, de sigur sub marină, cari fiind numai vulcani de explozie (SZADECZKY), au prefăcut toată lava în cenușe pe care au asvârlit-o la depărtări mari în jurul coșurilor lor, cenușe pe care o găsim azi sedimentată, formând bancuri alburii, verzui sau cenușii — (tuful dacitic sau andezitic) — intercalat între stratele miocenului mediu și superior; în basculă Transilvaniei chiar și între stratele Pliocenului.

Dintre aceste fracturi vulcanice, unele se văd și azi fiind însemnate prin zidurile imense de lave întărite, cum este de ex. linia Pecineaga-Hărghita-Tibleșul; altele se găsesc azi ascunse sub depozitele mai noi, cum ar fi fractura ce separă Subcarpații de Uscatul Câmpiei Române, dealungul căreia desigur că se găseau coșurile vulcanice de explozie submarină, care au asvârlit enorme cantități de cenușe (50—100 m. grosime la Govora-Ocenele Mari) din Subcarpații meridionali și din Depresiunea Getică.

**Stratele Miocenului inferior și mediu — Mediteranianul** — sunt aproape la fel constituite atât în interiorul Carpaților, cât și în Subcarpați. Astfel, în basculă Transilvaniei și în golfurile in-

trânde atât în Munții Apuseni cât și în Carpați, **Mediteranul inferior** — **I-ul Mediteran**, sau **Burdigalianul**, — începe prin conglomerate și gresii transgresive, fosilifere — **Stratele de Corod** — cu numeroase resturi de: *Cerithium margaritaceum*, *Cer. plicatum*, *Turritella turris*, *Pectunculus Fichteli*, *Pecten solarium*, *Ostrea crassissima*, etc. Peste aceste strate, se așterne în **Mediteranul al II-lea (Helvetian)**, o alternanță de marne și gresii moi, cenușii, cu intercalațiuni de gipsuri și de tufuri (cenușe) vulcanice, — **Stratele de Mezöség** — în care afară de câteva **Foraminifere**, resturile fosile lipsesc complet. Prezența gipsurilor ca și lipsa resturilor fosile marine arată îndeajuns, că în timpul acesta legăturile cu marea deschisă erau întrerupte, iar clima caldă și uscată, prin o evaporare intensă, concentrase așa de mult apele încât gipsul a început a se precipita în strate curate, destul de groase.

Tocmai în partea superioară a Mediteranului al II-lea, în **Tortonian** se reiau legăturile largi cu Marea Mediterană miocenică, când sedimentează în regiunile litorale, conglomerate, gresii, calcare cu *Lithothamnium* (La Nord de Turda); pe când în părțile mai adânci se depun marne și gresii foarte fosilifere, ca la Lapugi (*Ostrea cochlear*, *Pecten latissimus*, *Pectunculus pilosus*, *Conus Dujardini*, *Turritella Archimedis*, *Ancillaria glandiformis*, etc.); calcare pe care KOCH le crede a avea treceri gradate spre marnele cu gipsuri din interiorul basculă Transilvaniei.

În Subcarpați sedimentarea urmează același curs. În **Burdigalian** se depun conglomerate grezoase litorale, puternice, de multeori roșcate, formate din sfărâmurile rocilor mezozoice-numulitice ce formau crestele exondate ale Carpaților; în Moldova și Bucovina conținând și numeroase elemente de roce eruptive și de sisturi cristaline verzi, de tipul dobrogean, pe care apele miocenice le dărau din resturile catenelor varisee ale Dobrogei de Nord, a căror prelungire spre Sudetii, ce formă unele stânci mai răsarite, se găsește scufundată în fundamentul Depresiunii subcarpatice (Culmea Pietricica, în Bacău; Culmea Cetății Neamțu, etc.). Pe unele locuri din Subcarpații meridionali, stratele burdigaliene devin fosilifere (Bahna, Schiulești).

Peste această serie de strate, în **Helvetian**, se depune o alternanță de gresii cenușii moi și de marne cenușii vineții, cu numeroase intercalațiuni de gipsuri și cu numeroase bancuri de tufuri vulcanice (Fig. 341).



A geological profile of the Râncăzei area. The profile shows several geological units: 'Val Râncăzeilor' (Râncăzei Valley) on the left, 'VF. Mierlei' (Mierlei Volcanic Formation) in the center, and 'VF. Mesureșului' (Mesureș Volcanic Formation) on the right. The profile is marked with various letters (N, S, M, Y, H, D, F, S, D.m., Br.) and numbers (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100) indicating specific points or features. The profile shows a series of hills and valleys, with the 'VF. Mierlei' and 'VF. Mesureșului' formations being prominent. The 'VF. Mierlei' formation is shown as a large, rounded hill, while the 'VF. Mesureșului' formation is shown as a series of smaller, more irregular hills. The profile also shows various faults and geological structures, such as the 'F. 1' and 'F. 2' faults. The 'F. 1' fault is a normal fault, while the 'F. 2' fault is a thrust fault. The profile is drawn in a simple, schematic style, with different geological units represented by different patterns of lines and dots. The 'VF. Mierlei' formation is represented by a pattern of diagonal lines, while the 'VF. Mesureșului' formation is represented by a pattern of horizontal lines. The 'F. 1' and 'F. 2' faults are represented by lines with arrows indicating the direction of movement. The profile is labeled with 'N' at the top left, 'S' at the top right, and 'D.m.' at the bottom right. The 'Br.' label is also present at the bottom right. The profile is a detailed representation of the geological structure of the Râncăzei area, showing the relationship between the different geological units and the faults that have formed them.

F=Falli (Voffesti)

1

[illegible]

În Carpații meridionali din fața Depresiunii Getice, efectul acestor cutări îl resimt și șisturile cristaline. Astfel sub influența lor se ridică anticlinalul Coziei, strivind bazinele interne de la



Brezoi-Titești și separându-le în același timp de legătura lor cu basinalul Olanștilor și al Câmpiei Vâlsanului. Și această strivire a fost așa de puternică, încât șisturile cristaline cuprinse între cele două fâșii rezistente de gneis de Cozia și de Cumpăna, se deslășesc de restul din suport ca o lamă care, prin destindere, alunecă spre Sud și Sud-Est, împreună cu tot sedimentarul, cretacic-paleogen, de deasupra ei, peste cristalinul Culmei Cozia, de la Nucșoara spre E acoperind-o complet, încăleacănd în parte și peste sedimentarul Depresiunii Getice. Efectele acestei încăleări se resimt până în Bucegi, **pânza Conglomeratului de Bucegi**, iar suprafața ei de alunecare este însemnată prin o puternică brechie de zdrobire — **brechia de Brezoi** — din valea Oltului, la Brezoi-Călinești și pe flancul de Nord al Culmei Coziei.

În interiorul arcului carpatic aceste mișcări se reduc la înclășări puternice, care strivesc și fracturează fundul și marginile tuturor sinclinalelor din zona șisturilor cristaline (valea Cernei la Mehadia, etc.).

După săvârșirea acestor mișcări orogenetice, care constituiesc pe al doilea mare episod din trecutul geologic al Carpaților, căci prin el se adaugă la petecile vechilor Catene Dacice, lanțul Carpaților Flișului, care le și înglobează; prin o nouă mișcare de scufundare Marea Mediteraneană miocenică, pune din nou stăpânire pe Subcarpați, sedimentând, în **Tortonian**, gresii conglomeratice, calcare recifale (ca cele de Leitha), gresii și marne vinete, fosilifere; care se aștern și peste marginea Flișului și peste o bună parte din platformele din față. În Subcarpați, depozitele acestea, cel puțin în zona lor de extindere dinspre Fliș, au fost aproape complet erodate în timpul perioadei continentale ce se stabilește cu începerea Miocenului superior, puținele resturi păstrate ca cele dela Bahna, Baia de Aramă, Polovragi, Aref, Slănicul de Prahova, Draja-Ogrețin-Posești, ca și în Moldova și în Bucovina, conțin numeroase forme fosile caracteristice (Fig. 341).

În Subcarpați Meridionali, din cauza acestor mișcări, accentuate mult apoi la finele Pliocenului, depozitele Miocenului mediteranian se găsesc azi separate, prin anticlinalele de Fliș paleogen, în două mari albi sinclinali: una este formată de sinclinalul Cuvetei de Slănic, care se termină ceva mai la Est de Slon, marginea ei nordică fiind apucată sub marginea încălecată a Carpaților, pe când cu cea sudică, se reazămă peste faciesul paleogen de Fuzaru, și alta de sinclinalul Cuvetei de Draja, apucată sub mar-

ginea pânzei gresiei de Fuzaru și care se poate urmări fără întrerupere până dincolo de Gura Teghii, spre Est de Buzău (vezi Fig. 342).

Este probabil ca din timpul acestei perioade continentale să dateze și nivelarea platformei Râu-Șes, stabilită de DE MARTONNE, în Carpați meridionali și în Munții Apuseni.

**Miocenul superior-Sarmațianul.** Din cauza exondării dela finele Tortonianului, apele Sarmațianului rup complet orice legătură cu Marea Mediterană, așa că de aci încolo nu se mai simt în regiunile carpatice și ponto-caspiene influențele acestei mări. În timpul acesta, resturile apelor miocenice vechi, reduse la câteva lacuri mult îndulcite, se întindeau în interiorul arcului numai până la Viena; iar în exteriorul Carpaților, ocupau toți Subcarpații, dela Vârciorova până în Galiția sudică, întinzându-se spre Sud și Est: peste Câmpia Română și peste Dobrogea; peste Bucovina, Moldova, Basarabia; peste Marea Neagră și Marea Caspică, până în Asia: cucerind astfel toată jumătatea inferioară a Platformei Podolico-Ruse, precum și Câmpia Română, care de atunci și până azi se găsește mereu în scufundare.

Atât înspre Basinalul Transilvaniei, cât și pe marginea dinspre Depresiunea Panonică a Munților Apuseni și ai Bănățului, depozitele sarmațice sunt constituite în regiunile litorale din gresii galbene cu numeroase concrețiuni grezoase sferoidale, care trec în sus la conglomerate și gresii calcareoase; iar în spre interiorul basinalului, unde s'au păstrat ca petece peste Mediteranian, predomină la bază mai mult elementul marnos, pe când în partea superioară predomină elementul grezos. Este aci interesantă constatarea că, începând din Sarmațian, apele basinalului Transilvaniei se retrag treptat în spre colțul ei de SE.

În Subcarpați ca și în Platoul Moldovei și al Bucovinei, Sarmațianul este constituit, la bază, mai mult din marne vinete, slab gipsoase și foarte sărace în resturi fosile; care în sus alternează cu gresii, uneori chiar cu conglomerate (spre margini), care devin fosilifere; seria de strate fiind acoperite de puternice calcare oolitice și cochilifere, foarte bogate în resturi de; *Mastra podolica*, *M. Fabreana*, *Ervilia podolica*, *Trochus podolicus*, *Cerithium rubiginosum*, *Cer. pictum*, *Cardium obsoletum*, etc.

În unele regiuni, ca la Săcel și Ciocadia, în Gorjiu; pe malul Prutului la Ștefănești, în Botoșani; dar mai ales în ridicăturile deluroase numite **Miodobore** sau **Toltry**, care se întind paralel Carpaților, din Podolia până în Nordul Basarabiei, pe un suport



recifal tortonian, format aproape exclusiv de Briozoare (*Eschara lapidosa*) și de tuburi de *Serpula*, se formează, în continuare și în Sarmatian, același calcar recifal, care azi constituie crestele cărăsar ca dealuri ridicate din depozitele mai noi.

**Pliocenul.** Timpurile pliocenice încep prin o mărire considerabilă a uscatului carpatic, sau poate (?) mai bine zis prin o adânc-

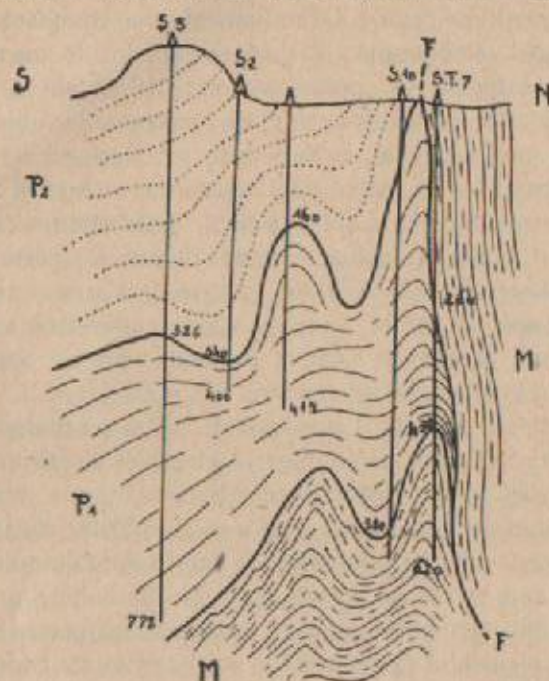


Fig. 343. — Anticlinul fracturat și scufundat Cămpina — Pitigai — Vărăitoarea (în malul drept al Prahovei); M = Mediteranean, P<sub>1</sub> = Meotianul petrolifer; P<sub>2</sub> = Pontianul; F = Fractură (cu scufundarea flancului sudic); S, ST = Sonde (după Protescu).

cire a depresiunilor mai noi și în special prin adâncirea Depresiunii ponto-caspene, a Depresiunii Câmpiei Române și Depresiunii Panonice cu prelungirea ei nordică, a Depresiunii Brașovului și Oltului superior, care atrag resturile mării sarmatice înspre ele; limitându-le astfel, în Pliocen, domeniul de întindere numai la aceste depresiuni și zone mai joase. În timpul acesta, uscatul continental este atacat și în majoritate nivelat de agenții externi, porțiunile păstrate din suprafețele nivelate, constituind Platforma Gornovița (de Martonne), ce se observă în regiunea de margine a Cristalinului din Munții Getici (Platoul Mehedințului) și în Munții Apuseni.

În Subcarpații meridionali, apele Pliocenului se întindeau peste Depresiunea Getică și aceea a Câmpiei Române, acoperind și o parte din marginea Platformei Prebaleanice; pe când în Moldova ele nu înaintază spre Nord decât până la dislocația Trotușului, ce separă porțiunea din Platforma Podolico-Rusă mai ridicată, din suportul Sarmatianului Platoului Moldovei și al Bucovinei, de porțiunea scufundată la Sud între această dislocație și fractura Focșani-Galați-Tulcea, sub depresiunea moldavo-basarabiană, prin care aceste ape se leagă cu cele din Depresiunea ponto-caspiană.

În timpul Pliocenului zonele carpatice continentale execută dese oscilațiuni pe verticală, cu o tendință fermă însă spre ridicare, ceea ce face ca linia de țărm dinspre ele, a lacului pliocenic, să aibă variațiuni dese, care în definitiv arată o tendință treptată a retragerii lor spre bazinele actuale, Marea Neagră și Marea Caspică.

Astfel în timpul Meotianului cu care Pliocenul își începe sedimentarea în Subcarpați, linia de țărm înaintază până peste marginea Flișului, trimițând un braț destul de mare și în interiorul lui, în regiunea dela Târgu-Oena—Comănești—Moinești. În basinal Comăneștilor Meotianul cuprinde câteva strate de un cărbune brun de bună calitate. Stratele meotiene, groase în total de aproximativ 350 m., încep la bază prin o serie de gresii cu puține marne, bogate în resturi de: *Dosinia exoleta*, *Cerithium Istritense*, *Unio subrecurvus*, *U. subatavus* și foarte proprii înmagazinării petrolului (Filipești, Cămpina, Buștenari, Bordeni, Arbănași, Berca, etc.). Aceste gresii trec în sus la o serie de nisipuri și de marne cenușii gălbui, cu mai puține gresii, cu *Congeria novorosica* și *Hydrobia*, *Neritine*, *Vivipare* (Fig. 343).

Apele Pontianului se retrag puțin de pe marginea zonelor continentale, depunând o puternică (350—800 m.), serie de argile și marne vineții, uneori cu intercalațiuni nisipoase, care conțin numeroase resturi de *Vivipare netedo*, de *Congeria rhomboidea* și de *Valenciennesia annulata*, aceste două din urmă fiind cele mai caracteristice forme pontiene.

În Dacian, linia de țărm înaintază din nou peste limitele Pontianului, apele dulci ale lacului pliocenic depunând puternice nisipuri în alternanță cu marne cu lignite și în care a trăit o faună ce se apropie mult de cea ce trăiește azi în Marea Neagră și în Marea Caspică, bogată în *Unionide* (*Unio Rumanus*, *U. maximus*, etc.), în *Cardiacee* (*Prosodacna Rumana*, *Pr. Sturii*, *Stylodacna Heberti*) și care în regiunea Buzăului sunt mari, gigantice și cu



coaste radiare puternice (*Psilodon*); în **Dreissenside** (*Dreissensia polymorpha*, Dr. *Rimestiensis*), în **Vivipare bifarcinate**, etc. Nisipurile daciene ca și cele meotiane, prin puterea lor mare de înmagazinare, au privilegiat formarea celor mai bogate zăcămintele de petrol (Moreni, Bana, Ochiuri, etc.).

La finele Pliocenului, în **Lerantin**, apele lacului, indultit complet, se retrag și mai în spre Sud (Bucovăț, lângă Craiova; Bana lângă Moreni, etc.), depunând nisipuri, marna și pietrișuri mărunte cu: **Unionide ornamentate** (*Unio sculptus*) și **netede** (*U. procumbens*); cu numeroase **Vivipare ornamentate** (*Vivipara turgida*, V. *Craiovensis*, etc.), în partea inferioară a seriei; pe când în partea superioară stratele sale sunt reprezentate prin puternice pietrișuri și conglomerate — **Stratele de Căndești**.

În basinal Transilvaniei, apele pliocenice care moștenesc resturile apelor miocenice, aproape complet indultite prin numeroasele cursuri de râuri ce le venea din Carpați, se retrag în partea de SE a depresiunii, din cauza scufundării basinului pe latura aceasta, după linia de fractură ce prelungește linia Pecineaga, în zona vulcanilor din Hărghita și Tibleș. Depozitele ce ne-a lăsat acest lac sunt formate, în general, din marne și argile vinete, cu *Congeria subglobosa*, *C. triangularis*, *Melanopsis Martiniana*, etc. În partea superioară a seriei se intercalează argile nisipoase, nisipuri și chiar conglomerate, care cuprind și importante strate de lignit, mai ales în Depresiunea Brașovului și ramificațiile sale în spre Baraolt, spre Seps, Săn-Giorgiu și spre Târgu-Secuilor. Lacul pliocen al Basinului Transilvaniei, probabil că dealungul actualiei văi a Murașului comunică cu marele lac din Depresiunea Panonică, ale cărui ape trimiteau brațe lungi dealungul vechilor depresiuni sinclinale scufundate, de pe versantul apusean al Munților Apuseni, utilizate azi de cursurile celor trei Crișuri; precum și în lungul depresiunilor dintre Munții Apuseni și Poiana Ruscă; în extremitatea de NE a Depresiunii Panonice; ea și în scufundătura dintre Munții Apuseni și Carpați de NW. În tot lungul liniei de țarm dinspre acești munți, apele lacului pliocen au lăsat importante depozite de argile, argile nisipoase și nisipuri, cu puternice intercalațiuni de lignit. La Derna și Brustur (Tartaros), pe lângă lignit, nisipurile pliocenice mai conțin și un asfalt de foarte bună calitate, provenind, de sigur, din oxidarea la suprafață a unui petrol venit din profunzime, pe fractura ce separă șisturile cristaline ale Munților Plopișului, de restul scufundăturii panonice.

**Cuaternarul.** Judecând după înălțimile la care găsim ridicate azi stratele pliocenice-superioare (în Măgura Odobestilor la 1000 m.), deducem că regiunile carpatice, către finele Pliocenului — începutul Cuaternarului, au suferit o ridicare în bloc de mai bine de 1000 m. Din cauza acestor mișcări se cutează intens, prin îngrămădire, toate depozitele miocenice-pliocenice ale Subcarpaților, prin cute care în Subcarpați meridionali întretaie sub un unghi de 15—20° pe cele miocenice, dând aspectul de mare infuriată, pe care-l prezintă tectonica regiunii colinelor dela Dâmbovița până spre E de Buzău. Efectul acestei îngrămădiri se resimte chiar și de zona vechilor petee cristaline. Este interesantă constatarea că și ivirea masivelor de sare din profunzime, spintecând stratele formațiunilor superficiale până la suprafață (cutele diapire, MRAZEC), coincide tot cu aceste mișcări post-pliocene. Ca consecință imediată ale acestei enorme ridicări, mai găsim că, pe de o parte, apele lacurilor pliocenice se retrag în regiunile mai joase ale vechilor depresiuni, ca: în Depresiunea Brașovului, Depr. Oltului superior și Depr. Ciucului, în interiorul Carpaților; Depr. Câmpiei Române și Depresiunea moldo-basarabiană, care comunicau larg cu apele Mării Negre, în exteriorul arcului. Pe de altă parte, prin ridicarea creștelor carpatice la înălțimi ce treceau de sigur peste 3000 m, se stabilesc pe aceste înălțimi zăpezi perpetue, cu formări de ghietari puternici, (**perioade glaciale**), ce umpleau mai toate văile superioare schimbând complet și regimul climateric. Astfel, climei calde și dulci pliocenice, îi urmează în Pliocenul superior-Cuaternarul inferior, o climă rece, care face ca animalele (*Renul*) și plantele nordice să înainteze până în Sudul Europei; iar pe cele de climă caldă să se retragă, mai toate, în zona și spre Sud de zona mediteraneană actuală, cum a fost *Cămila*, *Elefantul*, *Tigrul*, cari trăiau și în regiunile românești; sau în fine să se ascundă prin peșteri (*Omul*, *Ursul*, *Hiena*, etc.). Această mișcare de ridicare la început a fost continuă; pentru ultimele două trei sute de metri, cel puțin, s'a făcut însă cu întreruperi mari, căci atât morenele frontale ale vechilor ghietari cât și paturile cursurilor de apă ale rețelei hidrografice actuale, ce de atunci ia ființă, ne indică cel puțin trei mari întreruperi (**perioade interglaciale**), când clima caldă se restabilește, ghietarii suferind o retragere mai spre regiunile înalte, și în care timp morenele vechi se acoper de depozite fluviatile, cu resturi de animale și de plante de stepă caldă, revenite din regiunile unde emigraseră. Tot atunci râurile carpatice au



timpul necesar ca, prin divagațiuni, să niveleze suprafețe întinse în jurul patului lor acoperindu-l cu prundiș, suprafețe păstrate azi în cele trei mari terase, dispuse ca trei mari trepte, ce întrerup, pantele regulate ale malurilor apelor carpatice.

O altă consecință importantă a acestei ridicări este mărirea considerabilă a activității distrugătoare a cursurilor de apă, care ducând cu ele enorme cantități de pietrișuri și măluri, dărâmate din regiunile muntoase înălțate, ajung să umple destul de repede și complet lacurile cuaternare, prin sedimentarea lor; astfel că, la finele Cuaternarului inferior (**Diluvialul**), toate depresiunile, atât cele interne, cât și cele externe, se găsesc complet umplute și nivelate, se găsesc deci transformate în câmpii mlăștinoase întinse. După retragerea definitivă a ghietaților la regiunile la care-i găsim azi (Alpi, etc.), peste întinsul câmpiilor mlăștinoase se stabilește o climă de stepă caldă. Mălul nisipos fin, provenit mai ales din măcinarea rocilor de către ghietați și depus de râuri în regiunile lor de inundare și revărsare, este uscat, prăfuit și luat de vânturi în vârtejuri gigantice și așternut în grosimi considerabile (20—30 m.), peste noile uscături ca și peste regiunile deluroase din jur. Astfel a luat naștere lutul acela galben, puțin nisipos (**löss-ul**), care formează pârțile drepte ai malurilor râurilor actuale în zonele de câmpie și pe la marginea dealurilor, acoperit imediat de solul negricios cultivabil, și în care aceste ape și-au adâncit patul actual. În jumătatea a doua a Cuaternarului (**Aluviu**) care durează și în zilele noastre, apele modelează relieful uscatului românesc, prin dărâmare în regiunile înalte din munți și dealuri; își prinduse paturile văilor largi, umplând cu nisip și măl fin părțile mlăștinoase, mai joase din vechile depresiuni, cum sunt: regiunea de confluență a Tisei cu Dunărea și în cursul inferior al Dunărei; dar aceasta mai ales în partea sudică a Basarabiei, unde apele Mării Negre au fost gonite, din timpurile istorice încoace, dintr-un mare estuar ce pătrundea în interior până pe la Tulcea.

Cele două mari depresiuni, mai noi, cea Panonică și aceea a Câmpiei Române, sunt și azi în o treptată scufundare. Așa de ex. sondajele din Câmpia Tisei (partea ei sudică și cea din cotul nordic al Someșului), ne arată că depozitele cuaternare vechi se găsesc azi cu peste 70 m., sub nivelul actual al Mării Adriatice; iar în sondajul dela Mărculești, din Bărăganul Câmpiei Române, Cuaternarul s'a întâlnit până la adâncimea de 72 m., ceea ce ne indică o scufundare cu cel puțin 27 m., sub nivelul actual al Mării Negre (cota sondajului fiind de 45 m.)

De altfel această înceată dar neîntreruptă scufundare a colțului de NE al Câmpiei Române, se mai poate deduce, după cum am văzut, și din drumul patului cursurilor actuale de apă din regiunea aceasta a câmpiei; care, dela Argeș spre E se arcuiesc treptat cu scufundarea, mai întâi spre E (Ialomița), apoi chiar spre NE și spre N (Buzăul și Râmnicul-Sărat); terasele malurilor

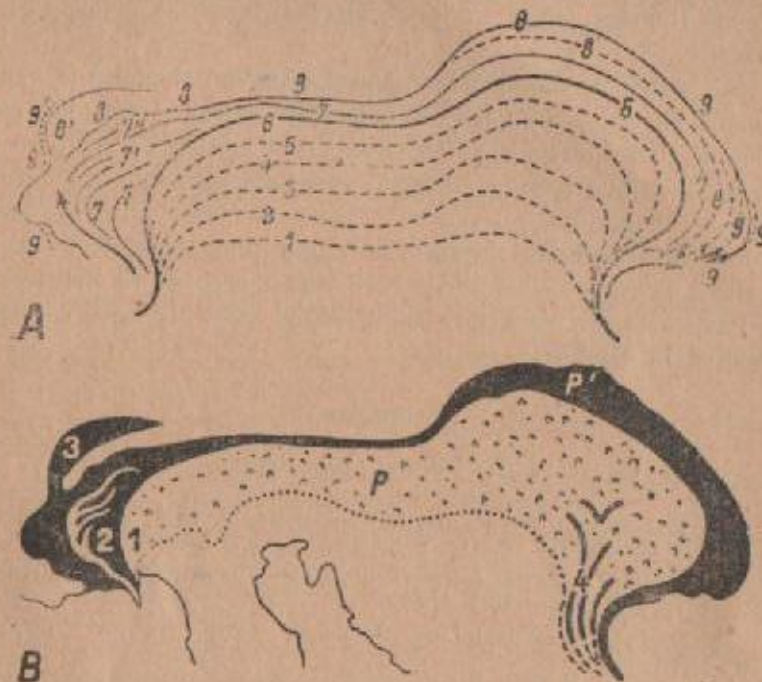


Fig. 344. Căutele alpino-carpatice (după Argand: Plissements précurseurs et plissements tardifs des chaînes de montagne. Actes de la Soc. Helv. des Sc. Nat. 101 e Sess. Arau 1921).

- A. = Înălțarea regiunilor frontale ale pânzelor alpino-carpatice.  
 1 — 9 = Arcuri generatoare din Jurasic până în Cretacic.  
 6 = Fruntea pânzelor în primul paroxism, la finele Cret. inferior.  
 7 — 9 = Pânze cu paroxism terțiar  
 7, 7', 7'' = Înălțare în Numulitic  
 8 = Înălțare în Neogen  
 9 = Înălțare în Neogenul superior și în Cuaternar  
 8', 9' = în Munții Jura (8' = în Neog. med.; 9' = în Neog. super. și Cuaternar (Săgețile arată sensul derivelor).  
 B. = Distribuția actuală a unităților după vârsta mișcărilor lor principale.  
 P = Pânze cu două paroxisme (Cretacic și Terțiar).  
 P' = Pânze cu paroxism terțiar și regiunile de cute tardive.  
 1 = Extremitatea occidentală a arcului austro-alpin.  
 2 = Virgațiunea internă a Alpilor occidentali.  
 3 = Munții Jura.  
 4 = Virgațiunile Banatului.



lor drepte rămânând răsfrânte în evantai (VALSAN). Tot în timpul acesta se mai face simțită o scufundare în zonele subcarpatice vecine Carpaților Getici meridionali, după o flexură în genunchie, pe multe locuri fracturată, când au luat naștere: depresiunea dela Târgu-Jiu, cea dela Câmpulung, etc., scufundare care, în dreptul Câmpiei Române, trece la limită dintre aceasta și colinele Subcarpaților.

Și astfel, în continuarea timpurilor trecute și mergând mână în mână cu aceea a Alpilor, structura geologică a regiunilor carpatice se desăvârșește zi de zi și sub ochii noștri, ca și în trecut (Fig. 344), atât structura lor cât și aspectul geografic de fiecare moment al regiunilor carpatice, nereprezentând altceva, decât stadiul sau resultanta la care a ajuns lupta aprigă de fiecare moment, între forțele interne care tind mereu să le deniveleze și între acțiunea agenților modificatori externi, care se străduiesc să le niveleze.

#### Literatura.

1. GR. COBĂLCESCU: Calcarul dela Repedea. Rev. rom. p. Șt., Iași 1861.
2. TH. FUCHS: Die Faune der Congerionschichten von Radmanesti, in Banat. Jahrb. der k. k. Reichsanstalt, Vol. XX 1870.
3. C. PAUL: Beiträge zur Geologie der Bucovina. Verhandlungen der k. k. Reichsanstalt, Wien 1873.
4. C. PAUL: Geologie der Bucovina, Jahrb. d. k. k. R.-Anst. Wien, 1876.
5. M. PAUL și E. TITZE: Studien in der Sandsteinzone der Karpathen, Jahrb. Wien, 1876.
6. GR. COBĂLCESCU: Stud. Geolog. și paleont. asupra unor tărâmurii terțiare din România, București, 1883.
7. M. M. DRĂGHICEANU: Mehedinți; Studii geologice tehn. și agron., București, 1885.
8. B. V. INKEI: Nagyág (Săcărâmb) u. seine Erzlagerstätten. Bud. 1885. (Soc. Șt. ungară).
9. FR. HERBICH: Ueber die Kreidebildungen der siebenbürg. Ostkarpathen. Verhandl., Wien, 1886.
10. L. LÖCZY: Geol. detailaufnahme in Arader Comitate. Jahresh. ung. geol. Anst. 1887.
11. A. KOCH: Die Tertiärbildungen des Beckens des siebenbürgischen Landestheile, I-a parte, Palaeogene Abtheilung in Mittheil. a. d. Jahrb. d. ung. geol. Anst., Vol. X, 1894, și partea II-a Neogene Abth. Budapest. 1900.
12. SABBA ȘTEFĂNESCU: L'extension des couches sarmatiques en Valachie et Moldavie. Anal. Acad. Rom., Buc. 1894.

13. SABBA ȘTEFĂNESCU: Etude sur les terrains tert. de Roumanie, Thèse. Lille, 1897.
14. W. TEISSEYRE: Zur Geologie der Bacan'er Karpathen, Jahrb. 1897.
15. SAVA ATHANASIU: Studii geolog. in Suceava, Bul. Soc. Șt. București, 1898.
16. SAVA ATHANASIU: Geolog. Beobachtungen in der nordmold. Ostkarpathen; și Ueber eine Eocenfauna in der nordmold. Flyschzone Verhandl., Wien, 1899.
17. SAVA ATHANASIU: Morphologische Skizze der nordmold. Karpathen, Bul. Soc. Șt., Buc. 1899.
18. SAVA ATHANASIU: Geolog. Studien in den nordmold. Karpathen, Jahrb., Wien, 1899.
19. M. M. DRĂGHICEANU: Les tremblements de terre en Roumanie, Buc. 1900.
20. I. SIMIONESCU: Contrib. la geologia Moldovei. An. Acad. Rom., Fondul Adamache, No. IX și Anal. Univ. Iași, 1903.
21. SAVA ATHANASIU: Asupra Stratigrafiei Mantelului Stănișoara, Bul. Soc. de Șt., Vol. XIV, 1905.
22. SAVA ATHANASIU: Clasificarea terenurilor neogene, etc. Vol. de omagiu lui P. PONI. Iași, 1906.
23. GH. M. MURGOCI: Tertiul Olteniei. An. Inst. geol. al României, Vol. I, București, 1907.
24. E. DE MARTONNE: Recherches sur l'évolution morphologique des Alpes de Transylvanie (Thèse). Paris, 1907.
25. W. TEISSEYRE: Ueber die maecotische, pontische und dacische Stufe. An. Inst. geol. al Rom., Vol. II, Buc. 1909.
26. G. MACOVEI: Basiniul terțiar dela Bahna. An. Inst. geol. al Rom., Vol. III, Buc., 1909.
27. I. P. VOITEȘTI: Contrib. la studiul stratigrafic al Numuliticului Depres. Getice. An. Inst. geol. al Rom., Vol. III 1910.
28. I. P. VOITEȘTI: Fauna calc. numulitic de Albești. An. Inst. geol. al Rom., Vol. IV, 1911.
29. I. P. VOITEȘTI: Date noi asupra prezenței Tortonianului fosilifer în Subcarp. merid. An. Inst. geol. al Rom., Vol. VI, 1912.
30. L. SAWICKI: Die Morphologische Erschliessung der Karpathen. Bul. International de l'Acad. de Sc. de Cracovie A. 2 și 3, 1912.
31. D. M. PREDĂ: Geolog. reg. subcarpat. din sudul distr. Bacău. An. Inst. geol. al Rom., Vol. VII, 1913.
32. H. GROZESCU: Geol. reg. subcarp. din nordul distr. Bacău. An. Inst. geol. al Rom., Vol. VII, 1913.
33. I. P. VOITEȘTI: Pânza Conglom. de Bucegi în Valea Țitului. An. Inst. Geol. al Rom., Vol. VII, 1913.
34. I. IONESCU-ARGETOALA: Pliocenul Olteniei. An. Inst. geol., Vol. VIII, 1914.
35. G. VALSAN: Câmpia Română, Bul. Soc. Geografice Rom., Vol. XXXV, Buc. 1916.
36. FR. TOULA: Der Gegenwärtige Stand der geol. Erforschungen



der Balcanhalbinsel u. des Orients. G. B. du IX. Congrès géol. Intern., Wien, 1903.

37. FR. SCHAFFARZIK: Carierele de piatră din Ungaria (în ungurește) Földt. Intézet, 1904.

38. I. SIMIONESCU: Geologia României. Publ. Acad. Rom. București, 1905.

39. IUL. VON SZADECKY: Kritische Uebersicht der neueren Literatur über die Eruptivgest. des Vladeasa (Bihargebirges). Public. Muzeului Ardelean (Vol. III). Cluj, 1915.

40. M. DAVID: Cercetări geologice în Podișul Moldovenesc. Anuar. Institut. geologic. Vol. IX, 1922.

41. OTTO PROTESCU: Contrib. la studiul faunei de Foraminifere din Terțiarul României, Anuar. Institut. Geol. Vol. IX, 1922.

42. I. SIMIONESCU: Fauna vertebrată de la Mălușeni, Covurlui. Anuar. Vol. IX.

43. N. L. COSMOVICI: Proidotea Haugi. Anuar. Vol. IX.

44. R. SEVASTOS: Limita Sarmatianului, Meotianului și Pontianului între Siret și Prut, Depozit. cuaternare în șesul Prutului. Anuar. Vol. IX.

45. IUL. VON SZADECKY: Tufstudien in Siebenbürgen. I, II. și III. Public. Muz. Ardelean (Vol. II, III și IV). Cluj 1914—1917.

Apoi revistele: *Anuarul Muzeului de Geologie*; *Anuarul Inst. geol. al Rom.* cu *Dările de Seamă ale sădințelor*; *Bul. Soc. St. Buc*; *Analele Universit. din Iași*; și *Földtani Közlem.* (Budapesta), etc.

### Sarea și petrolul regiunilor Carpatice.

Sarea și petrolul, două mari bogății ale subsolului românesc, au dat naștere până azi la atâtea discuții cu privire la originea și la vârsta lor; în cât găsim că, față de lipsa actuală de probe științifice evidente, este mai prudent a le trata într-un capitol special, decât a le alătura uneia sau alteia dintre formațiunile geologice ale regiunilor noastre carpatice.

**Sarea.** Sarea apare în totdeauna sub formă de massive mari lenticulare, enorme chiar, cu structură cristalină-grăunțoasă și cu o culoare albă sau vinetie. În general sarea masivelor este absolut curată, pură și prezintă numeroase vârgături, din cauza dunșilor de sare mai vinetie ce alternează cu cele de sare mai albă. Aceste vârgături, prin aspectul lor încrețit în cute de forme variate, ce dau acele desemnuri curioase pereților galeriilor de exploatare și colțurilor de stânci de sare ce apar la suprafață, ne dau o idee vagă de structura sifonată (mototolită, boțită), pe care a căpătat-o masa destul de plastică a sării masivelor, sub influența enormelor presiuni tectonice suferite. Aria de răspândire a masivelor de sare pare a coincide cu aceea a regiunilor carpatice.

Astfel în Carpați, în Subcarpați și în Depresiunea Getică, în basinul Transilvaniei și în Maramurăș se cunosc peste 200 de masive de sare.

O caracteristică generală și comună tuturor acestor masive este, că ele apar dealungul dislocațiunilor anticlinale, spintecând stratele de roce ale tuturor formațiunilor ce constituie flancurile acestor cute, pe care le zdrobesc, le brecifiază, în drumul lor spre suprafață și din care cauză toate masivele de sare au dezvoltată în jurul lor o enormă brechie tectonică, cenușie negricioasă, care le învâlește ca o mantă; formată din sfărâmurile mici și mari ale tuturor rocilor străbătute, cimentate prin sare, uneori și prin gips, atât gipsul cât și sarea fiind depuse ulterior de apele de infiltrațiune.

Așa că chiar dacă sarea masivelor nu ese până la suprafață, ci apare numai învelișul ei de brechie, prezența sării este totuș ușor de recunoscut, după aspectul noduros și culoarea negricioasă-unsuroasă ce prezintă brechia, din care, de cele mai multe ori se ivesc izvoare sărate cu puternice eflorescențe de sare; precum și după numeroasele sfărâmături de roce mai rezistente, ca roce eruptive, sisturi cristaline, gresii, marne și sisturi argiloase, unele rotunzite, altele colțuroase, unele mici, altele mari și chiar stânci întregi, care se îngrămădesc neconținut la suprafața brechiei, prin înmuierea, spălarea și transportarea, de către apele de ploaie, a elementelor argiloase fine în care aceste sfărâmături de roce erau conținute.

Nu rare ori se întâmplă ca masivul de sare să ajungă la suprafață desbrăcat de învelișul său de brechie care, rămâne în profunzime și aceasta mai ales când el pătrunde între rocele moi și plastice mio-pliocenice. De altfel numeroasele aparițiuni de izvoare sărate, reci, din tot cuprinsul regiunilor carpatice, ne indică în deajuns că multe dintre aceste masive zac ascunse sub formațiunile mai noi, așa că trebuie să conchidem că foarte multe din masivele de sare ne sunt încă necunoscute.

Faptul că cel mai mare număr de masive de sare apare în Subcarpați și în basinul Transilvaniei, unde găsim foarte răspândit faciesul gipsos de slabă concentrație al Mediteraneanului (Helvetian), a făcut pe majoritatea geologilor să lege nașterea sărei de o sedimentare lagunară, intercalată depozitelor acestei formațiuni, pe care au și denumit-o formațiune saliferă (Schlieren geologilor austriaci). În realitate, dacă se studiază mai cu atenție ivirile acestor masive



se ajunge la constatări de fapte, care contrazic această părere destul de înrădăcinată azi.

Una din aceste constatări este, că massive de sare apar de dedesubtul tuturor formațiunilor geosinclinalului Flișului carpatic și de sub acelea ale Subcarpaților, dela Cuaternar până la Jurasic. Și dacă astăzi le găsim încheștate între formațiuni din ce în ce mai vechi, cu cât înaintăm dela marginea externă a Subcarpaților până în inima Carpaților și pe versantul lor dinspre Transilvania, aceasta nu însemnează că sarea massivelor acestora aparține formațiunilor în care se găsește încheștate, ci pur și simplu că în mersul lor către suprafață, sub influența forțelor tectonice postpliocene, aceste massive, n'au putut străbate mai departe. Așa, de ex., în Subcarpații meridionali, unde găsim reprezentate toate formațiunile dela Cretacicul inferior (la marginea Carpaților), până la Cuaternar, găsim massive de sare, care s'au oprit în toate aceste formațiuni. Astfel, massivele dela Ochiuri, Gura Ocnitei, Moreni-Bana, Filipeștii de Pădure, etc., străbat complet sau au rămas încheștate între stratele Pliocenului. Cele dela Oenele Mari (Vâlcea), Glodeni și Oenița (Dâmbovița); dela Draja-Ogrețin (Prahova), etc., de altfel ca și cele din Basinul Transilvaniei și din Subcarpații orientali, până în Galizia (Kalusz, Stebnie, Bochnia, Wieliczka), au străbătut complet, sau s'au oprit încheștate între stratele Miocenului. Cele dela Slănicul de Prahova, dela Târgu Oena, de pe valea Slănicului Moldovei și pe valea Oituzului (Poiana Sărătă), etc., etc., din zona de extindere a Flișului paleogen, s'au oprit în aceste formațiuni sau le-au străbătut prin străpungere; în fine cel dela Berteș (Prahova) apare sub stratele cretacicului inferior (Aptian); iar cel dela Bezdeadu-Bela, frământă în brecea lui: Jurasicul (vf. Ursului), Cretacicul inferior, Senonianul și Numuliticul, brece ce apare în inima anticlinalului de Cretacic inferior—C. superior și Numulitic, tăiat de apa Bezdedelului la Bela (Dâmbovița). Natural că între aceste cazuri tipice sunt nenumărate cazuri intermediare, unde prin străpungere și apucarea flancului dedesubt, găsim pe cele două flancuri formațiuni de vârste deosebite.

Afară de aceasta, pe lângă nenumăratele sfărâmat-uri mici de rocă de origini diferite, dela rocele eruptive și sisturile cristaline, până la cele mai noi formațiuni ale Carpaților și Subcarpaților, găsim în spinarea massivelor de sare, împinse de ele odată cu brecea în care sunt înfășurate, și numeroase blocuri-clipe mari de rocă aparținând formațiunilor mult mai vechi decât Miocenul și care

nu lasă nici o îndoială asupra vârstei lor. Astfel, la Buștenari și la Matia (Prahova); la Sărata lângă Bacău, pe marginea externă a Subcarpaților, etc., găsim clipe de Oligocen tipice în spinarea masivului de sare; la Slănicul de Prahova găsim o mare clipă de Eocen; în Valea Dulce, la Podeni Noi (Prahova), pe lângă numeroase blocuri de rocă și de sisturi cristaline și enorme blocuri de calcar jurasic-neocomian, dintre care unul a fost de 750 m<sup>3</sup>. cu *Nerinea* mari, *Belemniti*, *Terebratulide* și *Diceras*, de tipul Dobrogei prebalcanice, etc.; blocuri care n'ar fi putut fi scoase în afară de sarea massivelor, dacă ea n'ar fi venit de dedesubtul formațiunilor, la care aparțin aceste blocuri-clipe. În brecea masivului din Valea Dulce mai este de remarcat faptul, că multe din blocurile de calcar, conglomerate, sisturi cristaline, etc. prezintă câte o față lustruită și serijelată, ca la blocurile din morenele glaciale, fenomen datorit ca și la ghiețari, roaderii lor de pereții duri ai fracturilor. Concluzia la care ne duc aceste fapte precise de observație, este că: sarea massivelor noastre vine pe linile de dislocații dela adâncimi mari, din formațiunile fundamentului regiunilor carpatice, străpungând, brece fiind și trăgând cu ele blocuri și sfărâmat-uri, mici și mari, din rocele tuturor formațiunilor străbătute, până la nivelul la care s'au oprit. Și ca o urmare a acestei concluziuni, că: poziția actuală a massivelor de sare, nu este o poziție stratigrafică, ci una tectonică și ca atare ea nu ne poate da nici o indicație asupra vârstei sărei.

Astfel resturile fosile miocenice (tortoniane) ce se citează de mulți, ca găsite în brecea din jurul sărei (Haselgebirge), la Wieliczka și Bochnia, etc., în Galizia și după care se stabilește în multe tratate geologice vârsta ei, pierd orice valoare stratigrafică, căci în această brece ea și în însăși masa sării, se pot găsi resturi fosile provenind dela toate formațiunile străbătute de masivul de sare, cum de fapt s'a găsit la massivele din Subcarpații meridionali.

### Literatura

1. F. POSEPNY: Studien aus dem Salinargebiet Siebenbürgens, Jahrb. der geol. R.-Anstalt, Vol. XIII, Wien 1867.
2. F. POSEPNY: Studien aus der Salinargeb. Siebenb. II-te Abth. Jahrb. Vol. XXI. 1871.
3. IUL. NIEDWIEDZKI: Beiträge zur Kenntnis der Salzformation von Wieliczka u. Bochnia, so wie an diese angrenzenden Gebirgsländer. Lemberg 1883—1891.



4. L. MRÁZEC și W. TEISSEYRE: Aperçu géologique sur les formations salifères, *Moniteur du Pétrole*, București 1902.
5. L. H. VAN'T HOFF: Zur Bildung der Ocean, Salzablagerungen, Braunschweig 1905.
6. I. WALTER: Das Gesetz der Wüstenbildungen, II Aufl., Leipzig 1912.
7. V. MERUTIU: Contrib. la studiul massivelor de sare din România, București 1912.
8. I. P.-VOITEȘTI: Quelques remarques sur l'âge du sel des régions carpathiques, *Bul. Soc. Geol. Fr.* (4) Vol. XIX, Paris 1920.
9. I. P.-VOITEȘTI: Sur l'origine du sel et les rapports tectoniques des Massifs de sel avec les gisements de pétrole de Roumanie, *Idem* Vol. XX, Paris 1921.
10. I. P.-VOITEȘTI: Raporturile geologice între zăcămintele de sare și de petrol, *Analele Minelor din România*, An. VII, No. 12, 13, 14, 15, 1924.
11. I. P.-VOITEȘTI: Considerations sur la géologie des massifs de sel des régions carpathiques, *Congrès International de Géologie XIII-e session*, Bruxelles 1922.
12. I. P.-VOITEȘTI: The rock-salt masses in the Rumanian Carpathian regions considered of a geological point of view, *Bull. Geol. Soc. Hauston, U. S.* 1924.
13. Ing. ZERNOVEANU: Sarea și exploatarea ei în România, *Analele Minelor din România* 1924.

**Petrolul.** Acest combustibil mineral lichid, în jurul căruia se dă acum o luptă economică din cele mai aprige între statele mari industriale pentru posedarea a cât mai întinse și mai bogate terenuri petrolifere, se găsește din belșug, formând puternice zăcămintele cuprinse în rocele poroase ale mai tuturor formațiunilor geologice din Carpații și Subcarpații românești. Asupra problemei de unde vine el, care sunt condițiunile sale de forme, opiniunile specialiștilor variază mult unele de altele. COQUAND, CORĂLĂSCU, și acum în urmă MURGOCI, leagă originea petrolului de manifestățiunile vulcanice ale regiunilor carpatice, considerându-l ca luând naștere din hidrocarburele degajate de lavele vulcanice bazice (MURGOCI), hidrocarburi cari s'au ridicat pe crăpături din profunzime, acumulându-se în zăcămintele, în rocele poroase ale formațiunilor întâlnite în drum. ENGLER, HÖFER, MRÁZEC, ZUBER, POTONIE și alții, leagă originea petrolului de o transformare, în condițiuni speciale, a substanței organice, animale și vegetale (mai ales grăsimile), provenind dela resturile de viață, împotmolite odată cu sedimentele măloase ale apelor litorale ale mărilor geologice.

Și privitor în special la originea petrolului din regiunile carpatice, MRÁZEC și ZUBER cred necesară existența soluțiunilor sărate,

cum ar fi apa lagunelor de concentrațiune, cu salinitatea ridicată peste normal, care ar favoriza formarea hidrocarburelor de petrol. Și astfel de aci ZUBER ajunge la concluzia, că petrolul regiunilor carpatice a luat naștere din resturile organice, vegetale, cuprinse între sedimentele rocilor, care au dat naștere Flișului carpatic, pe care îl consideră ca formațiune de deltă; iar MRÁZEC consideră ca rocă mămă a petrolului, că și a sării, sisturile argiloase-bituminoase de la baza Mediteranului Subcarpaților, de unde sub influența presiunilor cauzate de forțele care au cutat Subcarpații și Carpații, petrolul a migrat odată cu sarea, acumulându-se sub formă de zăcămintele în rocele poroase ale formațiunilor care au venit în contact, pe liniile de dislocații (anticlinale diapire rupte și încălecate) cu această rocă mămă.

Cu nici-o dată geologică de observație pe teren nu se poate azi stabili legătură genetică între sare și petrol. Aceea ce se poate însă constata în toate regiunile noastre petrolifere, este **legătura tectonică** dintre ivirea massivelor de sare și între formarea zăcămintelor de petrol. Și această legătură tectonică se poate constata cu ușurință, atât în Carpați cât și în Subcarpați. Astfel zăcămintele cele mai bogate de petrol, azi în exploatare, dela Ochiuri, Moreni, Filipeștii de Pădure, Câmpina, Buștenari, Bordeni, Băicoi, Arbănași, Moinești, Stănești, Solonț, etc., se găsesc formate în jurul massivelor de sare, prin îmbibarea rocilor poroase ale tuturor formațiunilor, care au venit în contact cu fractura pe care s'a ridicat din profunzime sarea massivelor și care n'au fost despărțite de ea prin formațiuni impermeabile. Se mai constată însă, că acolo unde factura a fost puternic lărgită de masivul de sare, și acumularea petrolului, în mai mare cantitate în zăcămintele, a fost mai favorizată.

Și cum masivele de sare apar de sub toate formațiunile geologice ale geosinclinalelor Carpaților și Subcarpaților, este natural ca și petrolul, care a migrat pe dislocațiile lărgite de aceste masive, să formeze zăcămintele în toate rocele poroase ale formațiunilor acestor geosinclinale. În adevăr, așa se și constată de fapt; căci, lăsând la o parte ivirile mai puțin importante, zăcămintele de petrol în exploatare găsim: în **Cretacicul inferior (Apțian)** la Frasin (Körösmező) în inima Carpaților Maramurășului, la izvoarele Tisei, și la Vulpea (Prahova) și în Măciucul Bertei (Prahova); în **Eocen** (gresia de Fuzaru), la Păcurița, Nineasa, Mosoare, etc., în Moldova și la Cosmina (Prahova), în Muntenia; în **Oligocen**, la



Borislav-Tustanovici, în Galiția, la Doftana, Moinești, Zemes, Stănești, Solonț, în Moldova și la Buștenari în Prahova; în **Miocen**, la Govora, în Oltenia; la Oenita, Glodeni, Poiana, în Muntenia și la Tescani și Câmpeni-Pârjol în Moldova; în fine, în **Pliocen** se găsesc cele mai bogate zăcăminte de petrol ale Subcarpaților meridionali, acumulate în nisipurile meotiene și daciene (Ochiuri, Moreni, Bana, Filipeștii de Pădure, Câmpuș, Băicoi-Tîntea, Bordeni, Matia, Păcureți, etc.).

Dacă în adevăr raporturile tectonice dintre sare și petrol sunt așa cum s-au stabilit aici, atunci problema originii sării nu e numai o problemă pur științifică, ci ea capătă prin aceasta și o deosebită importanță economică. Căci dacă sarea nu e miocenică și vine din profunzimi mari, și dacă ea a deschis calea petrolului, care se constată că a utilizat aceiași fracturi venind și el de la profunzimi mari; atunci nimic nu ne îndreptățește să oprim sondajele imediat ce au atins stratele Mediteraneanului (Formațiunea saliferă), cum se obișnuiește azi, considerându-se formațiunile inferioare ca sterile; căci gresii capabile de a înmagazina zăcăminte de petrol, se găsesc și în formațiunile cretacic-paleogene, inferioare Mediteranului, cum de altfel faptul se constată și din enumerarea localităților în exploatare sau foste în exploatare de mai sus.

Ca să dăm și un exemplu, să considerăm cazul de la Buștenari. Aici clipa de gresie oligocenică care a dat pe vremuri o enormă cantitate de petrol, a fost ridicată până în stratele superioare ale Mediteranului, pe fracturile pe care ies două șiruri de puternice massive de sare, foarte apropiate între ele, șirul nordic între Câmpina (Broaște) și Doftana-Telega, iar șirul sudic de la Pițigaia-Câmpina (Rezervoarele Stelei Române din Doftana) peste Buștenari-Stejarul-Vulcănești, etc. Este posibil să admitem că, petrolul care a venit pe fracturile lărgite de aceste massive, a tructificat numai clipa aceasta de Oligocen, împreună cu gresiile meotiene de deasupra, iar Oligocenul rămas în profunzime, pe flancurile fracturilor, să fi rămas steril? Eu sunt convins că din momentul care, prin sondaje bine așezate, se va atinge acest Oligocen, Buștenarii își vor recăpăta splendoarea activității de odinioară.

Tot astfel este cazul și cu clipa de Eocen (gresie de Fuzaru) de la Cosmina, spre N de Buștenari.

Dar Moreni (Fig. 345) ne dau cel mai bun exemplu pentru înbogățirea zăcămintului în raport cu profunzimea. Acolo, enormul masiv de sare de direcția W-E, spintecă până la suprafață caver-

tura de strate pliocenice, străpungându-le în inima unei cute diapire, fracturată, cu flancul sudic îngrădădit și scufundat, peste care se revărsă masivul prin o ușoară încălecăre. Petrolul a venit pe ambele fracturi ce limitează flancurile masivului, imbibând nisipurile slab cimentate ale a Meotianului(?) și Dacianului flancului sudic, iar pe cel nordic, numai pe cele meotiene, Dacianul fiind izolat de fractură prin întinderea peste masiv a marelui pontice impermeabile. În Dacianul flancului sudic, mult mai bogat, din cauza îngrădădării suferite, care a lărgit porii rocilor, fizuran-

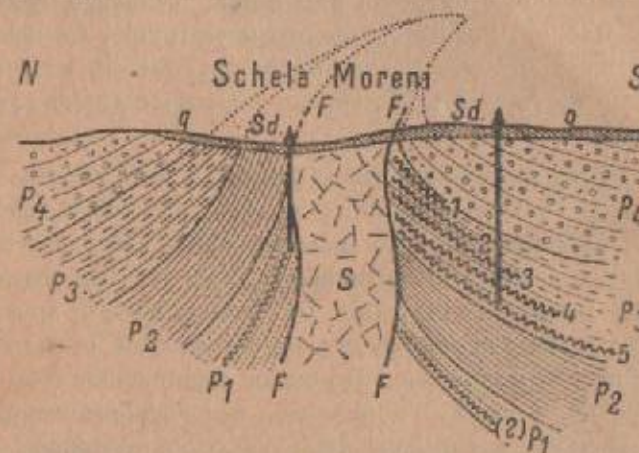


Fig. 345. — Schița geologică a anticlinalului Morenilor. S = Masivul de sare, mărginit de cele două falii (F, F); P<sub>1</sub> = Meotianul explorat până acum numai pe flancul nordic; P<sub>2</sub> = Pontianul; P<sub>3</sub> = Dacianul cu petrol numai pe flancul sudic (1, 2, 3, 4, 5 = stratele de petrol); P<sub>4</sub> = Levantinul; q = Cuaternar (terasă) (Voitești).

du-le, se găsesc 5 intercalațiuni nisipoase petrolifere; însă bogăția lor în petrol crește cu profunzimea, nu numai cantitativ pe unitatea de volum de zăcămint, dar și ea întindere a zăcămintului de la fractura sării spre Sud. Astfel stratul inferior, cel mai bogat, se exploatează pe o zonă care se lărgeste spre Sud până la 1200 m. pe când cele superioare, mai sărace, nu depășesc o zonă de 300 m. în lărgime.

Din aceste scurte considerațiuni, bazate pe fapte precise de observație, se poate deduce marea importanță ce prezintă pentru viitorul nostru economic, rezolvarea științifică a problemelor ce privesc raportul dintre ivirea masivelor de sare și formarea zăcămintelor de petrol.



După rezultatele cercetărilor de până azi, aceste raporturi se pot rezuma astfel:

1. Petrolul<sup>1</sup> vine din profunzimile geosinclinalelor, cu formațiuni mai vechi sau mai noi, însă care au suferit puternicele dislocări din timpurile mai recente (terțiare noi), pe aceleași dislocațiuni fracturate, pe care au venit și massivele de sare, fie că aceste massive au spintecat rocele până la suprafață, fie că s'au oprit mai în profunzime la o adâncime oarecare.

2. Zăcămintele de petrol s'au format dealungul celor două buze ale fracturii, imbibând, sub presiunea forțelor tectonice, toate rocele poroase ale formațiunilor atinse de fractură și care n'au fost izolate de ruptură prin roce sau formațiuni (brecii argiloase) impermeabile.

3. În regiunile unde aceste fracturi au fost puternic lărgite de massivele de sare, ceea ce revine la o puternică îngrămădire (refulare) și fizurare a rocilor poroase, cărora prin aceasta li s'a mărit mult capacitatea de acumulare, acolo, au luat naștere cele mai bogate zăcăminte de petrol. De unde urmează apoi că, în apropierea masivelor de sare, fie că ele ies până la suprafață, fie că au rămas în profunzime, fenomenul îngrămădii și al fizurării rămânând același, s'au format cele mai bogate zăcăminte.

4. Migrațiunea petrolului din rocele mume profunde dealungul acestor fracturi, de altfel ca și ivirea masivelor de sare din profunzime, s'a făcut sub influența puternicilor mișcări dela finele Pliocenului-începutul Cuaternarului.

5. Dealungul acestor fracturi utilizate și de massivele de sare, stratele formațiunilor superficiale au fost ridicate în spinări anticlinale lungi, ori mai scurte (brachianticlinale), ale căror flancuri sunt laminate prin întindere și dispuse mai mult sau mai puțin asimetric (deversate); iar acolo unde massivele de sare au pătruns până la exterior (spre interiorul Subcarpaților și mai ales în Carpați), aceste cute au trecut, prin ruperea liniei de creastă, la o structură imbricată în solzi încălecați unii peste alții (spre exteriorul arcului carpatic) și chiar la încălecări de peste 1200 m. (Moinești, Zemeș). Na-

<sup>1</sup> Geneza petrolului stă desigur în legătură cu fenomenele de distilare pe socoteala substanței organice (mai ales vegetale), ce au loc în regiunile de geosinclinală în continuă scufundare, când rocele sedimentare din părțile inferioare ale acestora, sub influența presiunilor meren crescând și a temperaturilor din ce în ce mai ridicate, suferă faza incipientă a metamorfismului regional. Hipoteza aceasta cadrează și cu datele de laborator și cu felul de prezentare al petrolului.

tural că cu fiecare caz structural în parte și imbibarea rocilor cu petrol a variat; astfel, în anticlinalele scurte sau în spinări anticlinale mai lungi, imbibarea stratelor s'a făcut mai mult sau mai puțin simetric față de linia de creastă; pe când în cele fracturate, aplecate, eulate și încălecate din cauza măririi porozității rocilor prin îngrămădirea și fizurarea lor, rocele flancului invers, sunt mai bogat imbibate cu petrol, decât acele ale flancului normal.

6. Zăcămintele odată formate în condițiunile tectonice și de porozitate amintite mai sus, spre a se putea conserva, a trebuit să fie acoperite, izolate de agenții distrugători externi (aerul și apele de infiltrație în circulație) prin serii de roce impermeabile și prin pânzele de ape captive, care de la o adâncime oarecare sunt și sărate.

7. Zăcămintele de petrol se găsesc sub o enormă presiune de zăcămant, datorită atât gazelor ce le conține petrolul cât și presiunile pânzelor de ape sărate pe care le-a refulat în momentul punerii lor în zăcămant. Acolo unde un zăcămant a fost atins de eroziune, poate să fie numai degazeificat și deci deși bogat în petrol, din cauza lipsei de presiune, scurgerile spre gura sondei să fie slabe; sau zăcămantul poate să fie în mare parte distrus, iar petrolul rămas să fi fost bituminizat, asfaltizat (Matia Derna, Brusturi, etc.). Acolo unde petrolul a venit în contact cu aerul și cu apele oxidante (sărate?) în circulație dela început, chiar în timpul detenței ce a urmat ruperei boltei anticlinale, în timpul însăși al mișcărilor tectonice care provocau migrarea, în brechia tectonică născută a luat naștere Ozokerita, prin rezini-fierea hidrocarburilor parafinoase (Slănicul Moldovei, Boryslaw, etc.)

Astfel deci problema petrolului românesc, privită numai din punctul de vedere tectonic al ei, ne dă multe speranțe pentru viitor, cu privire la rezervele de petrol ce s'ar găsi în profunzimile mai mari decât cele atinse prin sondajele actuale.

Afară de aceasta Câmpia Transilvaniei ca și marginea Depresiunii Tisei, prin urmele neîndoielose de petrol ce prezintă ea și prin cantitățile enorme de gaze acumulate în anticlinalele scurte ce le brăzdează în șiruri slab evidențiate la exterior, ne mărește și mai mult speranțele în rezervele de care dispunem în viitor.

### Literatura.

I. COQUAND: Sur les gites de pétrole de la Valachie et de la Moldavie et sur l'âge des terrains qui le contiennent, B. S. G. F., 1867.

Dr. I. P. Völtesti: Elemente de Geologie



2. H. ARICH: Über die Productivität und die Geotectonischen Verhältnisse der karpatischen Naphtaregionen. Jahrb. d. k. k. Reichs Anstalt, Wien, 1879.
3. F. KREUTZ: Ueber die Bildung u. Umbildung v. Erdwachs u. Erdöl in Galizien. Jahrb., Wien, 1881.
4. GR. CORĂLĂSCU: Despre originea și zăcămintele de petrol în general și în particular în Carpați. Discurs de recepție la Acad. Rom., 1887.
5. R. ZUBER: Kritische Bemerkungen über die modernen Petroleumhypothesen. Zeitsch. f. pract. Geologie, 1898.
6. R. ZUBER: Geologie der Erdölablagerungen in den galizischen Karpathen, Lemberg, 1890.
7. C. ENGLER: La Chimie de la form. du pétrole. Cong. intern. du pétr., Paris, 1900.
8. SAVA ATHANASIU: Asupra prezentei petrolului în Suceava. Bul. Soc. Șt., Buc., 1900.
9. SABATIER ET SENDEBENS: Synthèse des divers pétroles. Contrib. à la théorie de la formation des pétroles naturels. C. R. Vol. CXXXIV, 1902.
10. E. EDELEANU și I. TĂNĂSESCU: Studiul petrolului român. Public. Labor. de Chim. al Minist. Domeniilor, Buc., 1903.
11. H. POTONIE: Zur Frage nach Urmaterialen der Petroleum, a. 1905; și Die Entstehung der Steinkohle und der Kaustobiolithe, Berlin 1920.
12. GR. M. MURGOCI: Tertiary form. of Oltenia with regard to salt, petroleum and mineral springs. Journal of geol. Chicago, XIII, 1905.
13. TH. POSEWITZ: Petroleum und Asfalt in Ungarn. (Conține toată literatura). Jahrb. der ung. géol. Anstalt, XV, 1904—1907.
14. C. ENGLER: Die Frage der Entstehung des Petroleums C. R. du III-ème Congrès intern. de pétrole, Buc., 1907.
15. L. MRAZEC: Despre formarea zăcămintelor de petrol din România. Discurs de recepție la Acad. Rom., 1907.
16. C. ENGLER și HOFER: Das Erdöl Vol. II. (Originea și geologia petrolului). 1909.
17. L. MRAZEC: Les gisements de pétrole. Dans L'industrie du pétrole. Minist. Industr., București, 1910 și Guide des III-è Congr. du pétrole de Bucarest 1907.
18. I. P.-VOITEȘTI: Câteva considerațiuni cu privire la gisementele de petrol în general. Analele Minelor din România, Anul I, No. 1, Iași 1918.
19. I. P.-VOITEȘTI: Generalități asupra condițiunilor de zăcămint și de punere în loc a zăcămintelor de petrol. Analele Minelor din România, Anul I, No. 2, București, 1918.
20. I. P.-VOITEȘTI: Descrierea geologică a reg. petrolifere Zemeș-Taslău-Sărat-Stănești-Solont. Analele Minelor din România, Anul I, No. 4, București, 1918.
21. I. P.-VOITEȘTI: O nouă metodă de exploatare a petrolului, Analele Minelor din România Anul I, No. 6, București 1918.

22. I. P.-VOITEȘTI: The mode of appearance of the petroleum deposits in the carpathian regions, etc. Journal of the Instit. of Petroleum-Technologists Vol. 9 No. 35, London 1923.
23. M. DALLONI: La géologie du pétrole en Algérie. Algérie 1923.
24. I. P.-VOITEȘTI: Noțiuni de Geologia petrolului (Curs ținut în Mai 1924 la Politehnicul din Timișoara).
25. Ing. I. TĂNĂSESCU: Condițiunile fizice de acumulare ale hidrocarburilor și normele de evaluarea zăcămintelor de petrol. Anuar. Instit. Geologie Vol IX, 1922.
26. WALTER BRUNO: Die Chancen einer Erdölgewinnung in der Bukovina. Jahrb. der k. k. Reichsanstalt, Bd. XXX pag. 115—148. Wien 1880.
27. ROBERT SCHWARZ: Die Mineralindustrie und Übersichtskarte der Erdölvorkommen u. Raffinerien von Oesterreich-Ungarn, 1919. Verlag für Fachliteratur, Wien I.

## B. REGIUNILE EXTERIOARE CARPAȚILOR.

(Avant-pays, Vorland).

Dintre unitățile tectonice din fața regiunilor carpatice, **Platforma Podolico-Rusă, Dobrogea de Nord, cu catenele varisece și elimeriene (Munții Măcinului) și Dobrogea Prebalcanică, cu Prebalcanii**, prin jocul lor pe verticală, au avut cea mai mare influență asupra nașterii Carpaților și Subcarpaților românești.

### 1. Platforma Podolico-Rusă.

Platforma Podolico-Rusă este constituită dintr-o veche carapace încrețită și întărită, deasupra căreia se găsesc transgresiv și orizontal așezate, **Silurianul superior** (sisturi marnoase) și **Devonianul inferior** mai mult grezos (cu *Tentaculites* și cu *Trilobiți*). Ea a influențat direct prin mișcările sale de scufundare cu subimpingere, toate episoadele importante din trecutul regiunilor carpatice (Fig. 346). Marginea ei frontală dinspre regiunile carpatice, se găsește azi scufundată în trepte dedesubtul lor; dintre aceste trepte cea mai nouă, în același timp și cea mai ridicată, este treapta care suportă Platoul sarmatic al Moldovei, ale căror strate tocmai din cauza acestui suport rigid au fost ferite de influențele cutărilor ulterioare depunerii lor. Pe teritoriul românesc ea apare numai în albiile Prutului și Nistrului, acoperită de depozitele senoniene și miocene și numai în colțul de SE al Bucovinei apare și Devonianul fosilifer.



## 2. Dobrogea.

Fundamentul vechi al întregii Dobroge pare a-l forma o serie de şisturi cristaline verzi, puternic încreţite, cu numeroase cuiburi şi filoane de cuarţ, şisturi care încing ca o faşie lată Dobrogea mijlocie, dela Pecineaga şi Hârşova, pe Dunăre, până



**Fig. 346.** — Secțiunea geologică a Subsolului românesc (între Timișoara și Soroca). Cr. I = Pânză cristalină a grupului i-ii, în calcare; peste Cristalinul grupului al II-lea (Cr. II) și peste Fișul cretacic (Fc) al Carpaților orientali; Tp = Fișul paleogen; M = Miocenul Subcarpaților Orientali; Saru + q = Sarmatianul și Cuaternarul Plaiului Moldovei și Basarabiei, asistat peste Platforma Podolică-Rusă (Cr. pr.) scuturată în trepte în fața regiunilor carpatice; Cp. d. = Prelungirea Cristalinului Dobrogei de Nord, scuturată sub formațiunile geosinclinalului Fișului carpatic; Cr. I. A. = Cristalinul Munților Apuseni; p = Permianul de Nord, scuturată sub formațiunile geosinclinalului Fișului carpatic; Gr = Granit; d = Diabazite; a = Andezite, (Voltești); T = Triasic; j = Jurasic; c = Cretacic; t = Terțiar; q = Cuaternar.

**Granitul.** Intreaga serie de strate devoniene și carbonifere au fost metamorfozate prin o puternică intruziune de magme granitice, reprezentate azi prin numeroasele masive lenticulare ce apar dealungul a 5 linii anticlinale, ca : Masivul dela Turcoaia; ce





și brațul Sf. Gheorghe și între lacul Babadag, iar spre Sud, până la valea Taitei.

În aceste petece, dacă **Triasicul inferior** este numai bănuț, **Triasicul mijlociu** (vezi fig. 347 și 349), este bine reprezentat,

dela Greci care se exploatează pentru piatră de pavat străzile; cel din dealul Pricopanului; etc., formate dintr'un granit, cenușiu-deschis la culoare, uneori bătând în roz, și în care elementul negru este reprezentat, în general, prin **Riebeckit**, sau prin **Egirin**, sau prin amândouă. Roca granitică prezintă numeroase variațiuni, ca fațes, trecând la granite amfibolice, piroxenice, gabrouri, apilite, etc. Intruziunea granitului stă în strânsă legătură, ca și a celor din regiunile carpatice, cu puternicele mișcări orogenetice de la finele Carboniferului, când s'au format catenele varisee și când Munții Măcinului, împreună cu Sudeții, formau un puternic lanț de munți, azi îmbucătățit și redus la petecile existente.

**Permianul.** După formarea Catenelor varisee, o parte din ele, rupte, sunt treptat scufundate și astfel Dobrogea nordică ajunge să fie bătută de valurile mării permiane, în care timp se depun conglomerate grezoase, roșcate, de tipul Verrucano.

### Mezozoicul.

**Triasicul.** Mișcarea de scufundare a Dobrogei de Nord începută în Permian, ajunge maximul de adâncime în Triasic, când de altfel apele acestei mări se întindeau și peste toate celelalte regiuni românești. În general depozitele sedimentate de marea triasică sunt formate de calcare dolomitice, de gresii și de șisturi, toate reduse prin eroziune la petecile mici și mari, care se găsesc azi împrăștiate, ieșind de sub cuvertura de Löss, pe o fâșie cuprinsă între Dunăre

prin calcarele dela Hagighiol, Bașchior și cele din insula Popina (*Spiriferina Mentzelii*, *Monophyllites Aonis*, *Orthoceras campanile*, *Ennerimus liliiformis*, *Ceratites Münsteri*, var. *romantica*, etc.); iar **Triasicul superior**, format din gresii și șisturi argiloase, este bine reprezentat la Hagighiol, Tulcea, Cataloi și Cilic (*Pinacoceras Layeri*, *Daonella fibrata* și *Halobia rugosa*). O mare parte din aceste calcare sunt marmoreene și prin frumusețea lor ar putea să înlocuiască pe cele străine (Hagighiol, Tulcea, Enichioi, Niculițel).

**Jurasicul.** Ca și Carpații, în primele timpuri al Jurasicului, Dobrogea formă un întins uscat, astfel că **Liasul** pare a nu fi reprezentat de loc, dacă nu cum-va i-se pot atribui gresiile conglomeratice de lângă Tulcea (Anafor) și din Insula Șerpilor. Cu **Doggerul** marea jurasică începe a pune stăpânire peste Dobrogea de Nord, unde se citează două petece de calcar cenușiu, la Enisala și la Cârjelar. În Malm însă întreaga Dobrogea este acoperită de apele marine, când se depun calcarele gâlbui în plăci și bănci subțiri, ce se pot urmări ca petece ce se ivesc de sub Löss, dela Dunăre, între Hârșova și Cernavodă, până la Capul Midia, la Marea Neagră, ca și pe valea Carasu. Aceste calcare conțin numeroase resturi de animale neritice (*Belemnites hastatus*, *Peltoceras bimammatus*, *Collyrites carinata*, *Acrocidaris formosa*, *Pterocera Oceani*, *Nerinea cerebriplicata*, etc.).

**Cretacicul.** În Dobrogea ca și în Carpați, Cretacicul se desparte în două jumătăți prin puternica transgresiune a Cretacicului superior.

**Cretacicul inferior (Neocomianul, Fig. 348),** nu apare decât în Dobrogea prebalcanică, în strânsă legătură cu iverile Jurasicului superior. Astfel el apare pe malul drept al Dunării, dela Cernavodă (unde se exploatează), până dincolo de Siliștră, precum și în văile ce crestează partea dunăreană a Dobrogei. Depozitele ce ni s'au păstrat sunt în general formațiuni neritice, de o bogăție neîntrecută în resturi fosile. Astfel dela Cernavodă, unde ele au fost studiate mai de curând (Macovei), sunt constituite, la bază, din calcare cu *Valletia Tombecki*, *Monopleura valanginiensis*, *Nerinea Etaloni*, *Acrosalenia patella*, etc. (**Valanginian**); peste ele urmează o serie slabă de marne argiloase, sărace în fosile (**Hauterivian** ?); apoi, dispuse în bănci puternice și foarte bogate în *Rudisti* și în **Gasteropode**, urmează din nou calcare zoogene (**Barremian**) cu: *Requienia ammonia*, *Toucasia carinata*, *Monopleura trilobata*, *Diceras*, etc. Deasupra calcarelor acestora se găsește o serie de pietri-



șuri, care trec în sus la nisipuri și la marne (Aptian) cu: *Orbitolina lenticularis*, *Arca carinata*, *Terebratula sella*, etc.

**Cretaciul superior.** Mișcările puternice care au supracutat cristalinul regiunilor carpatice (Catenele Dacice), au avut răsunet puternic și în Dobrogea. Astfel culele varise ale horstului dobrogean sunt de data aceasta adânc transformate prin o accentuare, strivire și chiar gătuire a lor în zonele sinclinale dintre micile masive granitice, formându-se astfel noi catene pe ruinele celor vechi, **Catenele kimeriene** (MRAZEC). Acestea sunt apoi în mare parte rupte mai ales dealungul fracturilor noi, ce nasc sub in-

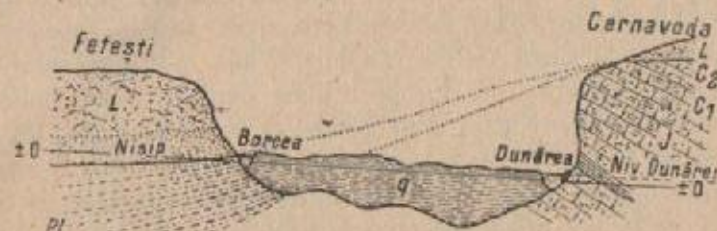


Fig. 348. Mașurile Dunării la Fetești-Cernavodă (după Enculescu și Pake-Protapopescu, în Ghidul Congresului al III-lea intern. de Petrol) J = Juristic; C<sub>1</sub> = Cretacic inferior; C<sub>2</sub> = Cretacic superior; P1 = Pliocen; L = Löss; q = Aluviunile Dunării.

fluența scufundăturii ce se formează la Nord de Dobrogea — Depresiunea moldo-basarabiană — prin scufundarea și subîmpingerea unei porțiuni din marginea sudică a Platformei Podolico-Ruse.

Dealungul acestor fracturi își fac apariția numeroase roce eruptive, ca porfirele roșii dela Cârjelar, Consul, Tulcea, etc., dar mai ales diabazele și diabaz-porfiritele, care pe unele locuri metamorfozează destul de puternic calcarele triasice, transformându-le în marmore. Aceste roce, în regiunea dela Isaceea și Niculițel, până în valea Taiței și a Luncaviței, constituiesc o bună parte din subsolul dobrogean. Ca o urmare a acestor cutări, prin atragerea unei bune porțiuni a acestor munți noi spre scufundătura moldo-basarabiană și sub influența îngrămădirei lor spre Sud, datorită subîmpingerii porțiunii scufundate din Platforma Rusă, catenele kimeriene se deslădesc de Dobrogea prebalcanică, după Linia Pecineaga, prin fracturarea șisturilor verzi din apropiere, restul sudic, al șisturilor verzi, formând o carapace rezistentă și întărită, care împiedică prin rigiditatea lor ca influența acestor îngrămădiri să se propage și în Dobrogea prebalcanică, unde din cauza aceasta găsim formațiunile mezozoice, aproape orizontale (Fig. 349).

De sigur că aceeași soartă a avut-o și prelungirea nord-vestică a cutelor dobrogene, scufundate în fața geosinclinalului Flișului carpatice, prelungire care însă nu mai apare de sub învelișul sedimentar, de cât în parte, ca mici creste și mult mai târziu, în Eocen, dar mai ales în Mediteranian, pentru a procura o parte din materialul de sedimentare al apelor marine carpatice.

Dacă în timpul perioadei de eutare, întreaga Dobrogea formă un uscat, de sigur unit cu acela ce ocupă regiunile carpatice, cu începutul perioadei de scufundare ce-i urmează, apele Cretaciului superior venind din spre geosinclinalul Balcanilor orientali, se întind și peste cea mai mare parte din Dobrogea prebalcanică, în-

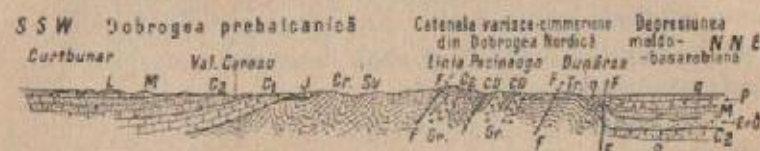


Fig. 349. Raporturile între Dobrogea prebalcanică și Dobrogea de Nord (după Murgoci) Cr. Sv. = Șisturi cristaline verzi; Gr = Granitul cu Riebeckit; C D = Paleozoic (Carbonifer-Devonian) metamorfozat; Tr = Triasic; C<sub>1</sub> = Cretacic inferior; C<sub>2</sub> = Cretacic superior; E + O = Eocen și Oligocen; M = Miocen; L = Löss; q = Aluviunile Dunării; F = Fractura (linia) Pecineaga.

întind spre Nord până la Bașpunar. În timpul acesta, în Gault, se depun transgresiv și peste Cretaciul inferior și peste Juristic, pietrișuri, peste care urmează o serie alternantă de nisipuri cu gresii, galbene-verzui, uneori glauconitice, cum sunt: cele dela Cernavoda și Chiostel și dealungul malului drept al Dunării, care apar cu mici întreruperi dela Seimenii Mici, la Nord de Cernavoda, până la Cochirleni-Peștera, spre Sud și care conțin numeroase resturi de: *Hoplites tardifurcatus*, *Turrilites Puzosianus*, *Belemnopsis minimus*, *Trigonia aliformis*, etc. Peste gresiile acestea urmează un banc subțire de conglomerate cu care începe Cenomanianul, în care, alături de buciți de alte roce, se găsesc și numeroase fosile (*Turrilites Puzosianus*, etc.), remaniate pe socoteala Gaultului, ceea ce ne indică caracterul transgresiv al acestor conglomerate. Peste ele urmează o gresie galbenă-verzuie, mai tare ca aceea a Gaultului, care trece lateral la gresii calcaroase alburii și la marne alburii puțin grezoase, vizibile în valea Carasu, cu mici întreruperi, până la Chiostel. Aceste depozite conțin numeroase forme de *Turrilites costatus*, *Exogyra columba*, etc.



Între Medgidia și Murfatlar, ca și mai la Sud, în valea Peștera și în afluenții ei, peste Cenomanian, apar conglomerate și marne grezoase cu *Inoceramus labiatus*, aparținând **Turonianului**. În **Senonian**, ca și în Carpați, apele Cretacicului superior ocupă cea mai mare întindere în Dobrogea. Astfel ele se întind peste toată Dobrogea prebalcanică, depunând argile gălbui, peste care urmează un puternic banc de cretă cu noduri de cremenă, conținând resturi de: *Belemnites mucronatus*, *Ostrea vesicularis*, etc., și care de sub formațiunile mai noi ce le acoperă, nu apar decât la Murfatlar și la Palazu în malul vestic al lacului Siut-Ghiol. Din cauza acestei mari extinderi a mării senoniene, apele sale pătrund, pe la răsărit, și în regiunea Dobrogei nordice, printre dealul Altân-Tepe și lacul Razelm, depozitele sale întinzându-se ca o pană dealungul unei depresiuni sinclinale până aproape de Dunăre.

Cu Senonianul se încheie seria de depozite mezozoice din Dobrogea, de aci încolo această parte a Țării Românești formând un uscat continental, unit pentru o mare parte din timpul Terțiarului cu acela al Câmpiei Române.

### Terțiarul.

**Paleogenul.** În Terțiar apele marine nu ating decât sporadic Dobrogea. Astfel, în Eocen (**Lutețian**), apele mării numulitice venind dinspre SE, dinspre Varna, pătrund în partea ei sudică până în spre Cernavodă, depunând un calcar numulitic, alb, cretos, cu forme gigantice de *Nummulites distans*, de *Assilina*, etc., și ale cărui resturi, neșterse încă de eroziune, s'au mai păstrat la Azarlăc, TeŃichioi, etc. De aci tocmai în Terțiarul mijlociu apele marine ale **Mediterraneanului inferior** ating din nou marginea sudică a Dobrogei, și apoi încă odată în **Sarmatianul inferior**; ele de data aceasta pun stăpânire peste toată Dobrogea prebalcanică, dela marginea șisturilor verzi spre Sud până în Prebalcani. Apele Sarmatianului sedimentează nisipuri calcaroase, argile caolinice, marne și calcare tari cu: *Cardium Fittoni*, *Macra podolica*, *Tapes gregaria*, *Solen subfragilis*, *Cerithium rubiginosum*, *Trochus podolicus*, etc., cari acoperă mai toate formațiunile mai vechi mezozoice-numulitice din Dobrogea prebalcanică.

După retragerea apelor mării sarmatice, Dobrogea nu mai este acoperită de apele terțiare, de cât pentru scurtă vreme în timpul **Dacianului inferior**; când, ele venind din spre Depresiunea

Câmpiei Române, pătrund în partea ei sudică, unde depun marne cenușii, pe unele locuri nisipioase cu: *Prosodacna Sturii*, *Pr. rumana*, *Pr. Heberti*, *Vivipara bifarcinata*, etc., vizibile la Oltina, la lacul Beilăcu și la gura văii Canalia.

### Cuaternarul.

Din întreaga Dobrogea, numai Dobrogea prebalcanică, ca și Prebalcanii, din care geologică vorbind face parte integrantă, a ajuns să fie complet nivelată și transformată în pene-plenă (Platforma Gornovița?), în lunga perioadă continentală dela finele Terțiarului. Aproape de timpurile cuaternare, când regiunile carpatice suferă ultima și puternică mișcare de ridicare în bloc, această mișcare o execută și întreaga Dobrogea, ridicându-se cu 200—300 m. deasupra nivelului vechi. Din această cauză redeșteptându-se activitatea cursurilor de apă, suprafața ei nivelată începe din nou să fie brăzdată adânc de văile actuale, ale căror paturi le găsim azi ajunse (din timpul Glacialului) iarăși la un nivel așa de jos, în cât activitatea lor nu numai că stagnează, dar și firul apei lor, din lipsă de o înclinare suficientă care să-i poată da o scurgere mai vie, este transformat într-o serie de bălți și de mlăștini (valea Carasu). Astfel că, afară de prundișurile și nisipurile de terasă ale vechilor râuri, ca și acelea ale Mării Negre (malul imediat la Sud de Constanța), în jumătatea ultimă a **Diluvialului**, se așterne peste întreaga Dobrogea **Lössul**, acest lut gălbui nisipos-calcaros fin și gros de 20—30 m., care acoperă peste dealuri și văi, toate formațiunile fără deosebire, arătând prin aceasta în deajuns originea lui eoliană. De atunci încolo (**Aluviu**), singurile depozite mai importante ce s'au mai format în regiunile dobrogene, sunt: nisipuri de plaje marine și dunele, din regiunea litoralului Mării Negre, precum și aluviunile ce Dunărea îngrămădește anual în regiunea sa de confluență, pe care în timpurile din urmă nu numai că a înpotmolit-o complet, dar și-a format și o puternică deltă, cu care înaintează zi de zi în spre mare.

### Literatura.

1. PETERS: Grundlinien zur Geographie u. Geologie der Dobrudscha, Wien, 1867.
2. V. ANASTASIU: Contrib. à l'étude géolog. de la Dobrogea. Thèse, Paris, 1898.



3. R. PASCU: Studii geologice și miniere în jud. Tulcea. Public. Minist. Agriculturii, Buc., 1904.
4. I. SIMIONESCU: Fauna Cefalopodelor jurasice dela Hârșova (1907); Fauna triasică dela Deșli-Ciair (1910); Amoniți triasici dela Hagighiol (1910); Fauna triasică dela Popina; Fauna de Lamelibranhiate dela Hârșova; Fauna de Amoniți triasici dela Hagighiol. (1913), etc. în public. Acad. Rom. Fondul Adamache, între 1907 și 1913.
5. I. SIMIONESCU și CĂDERE: Notă asupra straturilor fosilifere devonice în Dobrogea. An. Inst. geol. Vol. I. 1907.
6. R. PASCU: Asupra existenței Pliocenului în Dobrogea. An. Institut. geol. al Rom. Vol. III. 1909.
7. GR. ANTIPA: La région inondable du Danube. Buc. 1910 și în Anuar. Inst. geol. al Rom. (în l. germană). Vol. IV. 1911.
8. L. MRAZEK: Conglomeratele verzi din Terțiarul Carp. Oriental. D. S. ale Șed. Institut. Geol. Vol. II. 1911.
9. G. MACOVEI: Asupra vârstei și variației faciesurilor terenurilor secundare din Dobrogea meridională. Dările de Seamă ale Șed. Institut. geol. al Rom. Vol. II. 1911.
10. GH. M. MURGOCI: Cercetări geologice în Dobrogea de Nord. An. Institut. geol. al Rom. Vol. V. 1911.
11. GH. M. MURGOCI: Études géolog. dans la Dobrogea du Nord. La tectonique de l'aire cimmerienne. An. Inst. geol. Vol. VI. 1912.
12. G. MACOVEI: Primul etaj mediter. în Dobrogea. D. S. ale Șed. Inst. geol. Vol. III. 1912.
13. G. MACOVEI: Câteva observ. asupra hidrologiei subterane a Dobrogei. D. de S. ale Șed. Inst. geol. Vol. III. 1912.
14. ST. CANTUNIARI: Masivul eruptiv din Muntele Carol. An. Inst. geol. Vol. VII. 1913.
15. D. ROTMAN: Masivul eruptiv dela Greci. An. Inst. geol. al Rom. Vol. VII. 1913.

## CONȚINUTUL.

	Pag.
Prefața	3
I. — Introducere:	
Obiectul geologiei, metoda sa de lucru, legătura sa cu științele înrudite diviziunea studiului și aplicațiunile ei	5
II. — Generalități:	
1. Pământul din punct de vedere astronomic și geofizic:	
a) Poziția, mișcarea și raporturile sale în spațiul ceresc. Sistemul solar: Corpurile cerești ce-l compun	10
b) Originea sistemelor solar. Vieța astrală a Pământului	14
c) Comete și meteorite	16
d) Pământul: Forma, dimensiunile, densitatea, gravitatea, magnetismul și căldura sa	18
Căldura internă sau căldura proprie a Pământului	23
2. Pământul din punct de vedere geografic:	
a) Morfologia generală a Pământului. Atmosfera; litosfera: uscat și apă, altitudini și depresiuni mari	27
b) Vieța pe pământ (biosferă). Vieța pe continente, Sol. climă, provincii botanice și zoologice. Vieța și mediul marin: Salinitate, presiune, temperatură, lumină, valuri, marea, curenți, natura fondului; Diviziunile bionomice ale mediului marin	31
III. — Geologia Generală.	
Alcătuirea și structura actuală a scoarței globului	44
Geologia petrografică. A. — Mineralele principale ce constituiesc rocile din scoarța globului	46
1. Oxizii: Cuarțul, Oligistul, Ilmenita, Limonita, Magnetita, Corindonul, Spinelul, Casiterita, Rutitul, Pirolozita, Zirconul	47
2. Silicații: Feldspatii, Feldspatoizii, Amfibolii, Piroxenii, Micele, Cloritele, Olivina, Talcul, Serpentina, Epidotul, Grenafii, Turmalina	52
3. Săruri haloide: Fluorina, Sarea	59
4. Sulfuri: Pirita, Marcasita, Pyrotina	59
5. Carbonați: Calcita, Aragonita, Dolomita, Sideroza	60
6. Sulfatii: Gipsul, Baritina	61
7. Fosfații: Apatita	62
8. Corpuri simple: Grafitul, Diamantul	62
B. — Rocile ce constituiesc scoarța globului; Clasificarea lor	63
1. Rocile eruptive	64



	Pag.
a) Rocile eruptive grăunțoase, cu structură holocristalină (granitoide): Granitul, Pegmatita, Granit-Gneisul, Stenitul, Dioritul, Gabroul, Diabazul	66
b) Rocile eruptive semicristaline (microlitice sau porfirice). Porfirul, Rhyolitul sau Liparitul, Trachitul, Fonolitul, Andesitul, Bazaltul	69
c) Rocile cu structură vitroasă: Pechsteinul sau Retinitul, Obsidianul	72
d) Considerații generale asupra rocilor eruptive și clasificarea lor	72
e) Modul de prezentare al rocilor eruptive în scoarța globului și vechimea lor	73
2. Roca Metamorfice (sisturi cristaline sau formațiuni cristalo-filice): Gneis, Micașist, Amfibolite, Clorite, Sericite, Filite, Cipolinuri	75
3. Roca sedimentare	77
a) Roca sedimentare de origine detritică, Roca mobilă (eoliene): nisip, dune, praf, grohotiș; Roca cimentată, mai mult sau mai puțin întărită: conglomerate, breccii, gresii, argile, marne, sol. Solurile din România	81
Roca sedimentare de precipitare, sau roca de origine chimică: Roca de precip. din apa mărilor și oceanelor: gipsul, sarea, săruri de potasiu, calcare oolitice	87
Roca de precipitare din lacuri și izvoare reci: calcarul de apă dulce, stalactite, stalagmite; tuf calcar-travertin; creta lacustră	95
Roca de precipitare din izvoarele minerale și din apele termale: incrustațiuni; calcar pizolitic; silice	96
Roca sedimentare de origine organică (organogene). Roca calcareoasă: calcar, marmora, dolomita, calc. numulitic, calc. cochilifer, creta, calc. litografic	97
Roca silicioasă: mălul de Radiolari, de spicule de Spongieri și de Diatomee	102
Roca fosforoasă: fosforite, concrețiuni, coprolite, bonebed, guano	103
Roca carbunoasă: turba, lignitul, huila, boghead, cannel-coals, antracitul, grafitul	104
Roca bituminoasă: petrolul, sațe, bitumenul, asfaltul, ozokerita, gaze naturale, succinul	110
4. Locul, modul și felul formării rocilor sedimentare-Faciesuri. Faciesuri petrografice și paleontologice; Geosinclinal și geanticlinal; Raportul între poziția geosinclinalelor și aceea a regiunilor dislocate	117
<b>Geologia tectonică:</b>	
<b>Structura scoarței globului</b>	122
5. Dislocările straturilor. Cute (anticlinale, sinclinale); Studiul cutelor transversal și longitudinal; Pânze de supracutare; Vechimea cutelor. Falii sau Fracturi; studiul lor transversal și longitudinal; modul lor de prezentare. Horsturi și scufundături	122
6. Modificări chimice suferite de rocile sedimentare. Diagenetă	138
<b>Geologia dinamică:</b>	
<b>Modificările ce încearcă scoarța globului. Agenții modificatori</b>	142
A. — Agenții modificatori externi	143
1. Aerul atmosferic și acțiunile sale modificatoare:	
a) Fenomene de alterare și desagregare	144
b) Alterarea și desagregarea în raport cu natura și poziția rocilor	146
c) Dărâmarea, așezarea și transportul produselor de desagregare. Vântul, Grohotișuri, dune, praf, lăs, soluri	148
2. Apa și acțiunile sale modificatoare	153
a) A 1 în stare lichidă. Apa de ploaie; șiroaie sau ape sălbatice. Aolațiune, coroziune, relief, fenomene carstiene, doline, scurgeri de nămol și alunecări în masă	155

	Pag.
Apa de infiltrație, ape subterane, circulația apelor subterane. Izvoare naturale. Acțiunea apelor subterane: de dizolvare—peșteri, incrustațiuni; de hidratare; de oxidare; de cimentare. Izvoare minerale	161
Apă râurilor: viroagă, torent, pârâu, râu, fluviu. Acțiunea apelor curgătoare asupra uscatului: peneplenă. Fenomene de captare și inversări de cursuri. Estuare, fiorduri, limanuri și delte. Cicluri evolutive, cicluri succesive de eroziune, terase. Sedimentele fluviatile și caracteristicile lor. Influența rocilor asupra cursului apelor. Cursul apelor față de dispoziția straturilor în scoarță. Apele carpatice	172
Apa lacurilor; originea și natura lor; acțiunea lor geologică de regulare și limpezire a cursurilor de ape; teras; și sedimente de ape dulci. Lacurile sărate și originea lor	195
Apa mărilor și oceanelor. Acțiunea de distrugere; puterea valurilor și acțiunea lor litorală; platforma litorală, soclul continental și originea lor. Transportul și sedimentarea materialului distrus; terase	197
b) Apa în stare solidă. Zăpadă și gheață; ghețuri polare; ghețari, formarea lor; puterea de transport și de sedimentare a ghețarilor, morene. Acțiunea ghețarilor asupra rocilor și patului văilor. Vechile glaciațiuni	204
3. Flișele vii și acțiunea lor modificatoare. Acțiunea distrugătoare: rolul plantelor și animalelor. Acțiunea constructoare, rolul plantelor; cărbunii de pământ și modul lor de formare. Rolul constructor al animalelor. Formarea calcarelor.	215
<b>B. — Agenții modificatori interni</b>	227
1. Fenomenele vulcanice. Vulcanii; erupțiuni vulcanice; diferite tipuri de erupțiuni. Vulcani de explozie; v. submarini. Structura coșurilor vulcanice. Consolidarea lavelor. Emanări vulcanice și postvulcanice: fumerole, izvoare fierbinți, soffioni, geiseri, izvoare termale și minerale. Zăcămintele de minereuri hidrotermale. Distribuția geografică a vulcanilor. Explicarea fenomenelor vulcanice. Modificările provocate de fenomenele vulcanice	228
2. Cutremurele de Pământ. Studiul cutremurelor; cauzele cutremurelor; cutremure submarine	244
3. Mișcările lente (seculare) ale scoarței. Variațiunile liniei de țărni. Transgresiuni și regresii. Cauzele mișcărilor seculare. Explicarea transgresiunilor și regresiunilor; Mișcările epirogenetice	253
4. Formarea munților. Mișcări orogenetice. Ciclurile evolutive ale scoarței solide	260
<b>IV. — Geologia stratigrafică sau istorică.</b>	
1. Determinarea vârstei straturilor; suprapoziția. Fosile-fossilizare; fosile de facies și fosile caracteristice. Metode indirecte de determinarea vârstei straturilor. Diviziunile mari stratigrafice	268
2. Tabloul sinoptic al formațiunilor geologice	272
3. Resturile fosile și importanța lor	272
4. Noțiuni de Paleontologie	274
Nevertebrate: Protozoare, Celenterate, Echinoderme, Viermi, Briozoare, Brachiopode, Lamelibranchiate, Gasteropode, Cefalopode și Crustacee	274
Vertebrate: Pești, Amfibieni, Reptile, Păsări și Mamifere	293
Plante fosile: criptogame, Alge, Ciuperci, Mușchi, Ferige, Pteridosperme sau Cicadofelicine, Fanerogame; Gimnosperme și Angiosperme	304



	Pag.
<i>Privire generală asupra formațiunilor scoarței pământului.</i>	
a) Prima scoarță, primul ocean și prima viață	308
b) Grupa Archaică sau Agnotozoică: Archaean și Algonkian	312
c) Grupa Primară sau Paleozoică: Cambrian, Silurian, Devonian, Carbonifer și Permian	314
d) Grupa Secundară sau Mezozoică: Triasic, Iurassic, Cretacic	332
e) Grupa Terțiară: Paleogen (Eocen-Oligocen) și Neogen (Miocen și Pliocen)	351
f) Grupa Cuaternară: Diluviu, Aluviu. Omul fosil, Potopul cel mare sau Potopul lui Noe	369
V. Privire Generală asupra Geologiei României (Sinteza Carpaților actuali).	384
Introducere. — Unitățile tectonice, structurale, ale subsolului românesc:	
A. — Regiunile carpatice: Carpații vechi; Carpații Flișului; Subcarpații	384
B. — Regiunile periferice exterioare: Platforma Podolico-Rusă; Dobrogea nordică și Sudeții. Platforma prebolcanică	388
Noțiuni sumare de stratigrafia unităților tectonice structurale.	
A. — Regiuni carpatice:	
1. Carpații vechi sau Cătenele Dacice	394
a) Sisturile cristaline și rocele eruptive legate intim între ele	394
b) Formațiunile sedimentare care țin de resturile Cătenelor Dacice	402
2. Carpații Flișului și depresiunile interne vechi din regiunea Cătenelor Dacice	414
3. Subcarpații	425
Sarea și petrolul regiunilor carpatice:	
Sarea	440
Petrolul	444
B. — Regiunile exterioare Carpaților:	
1. Platforma Podolico-Rusă	451
2. Dobrogea	452

## AUTORII ȘI OPERILE CLASICE.

După care m'am condus în aranjarea tratării diferitelor capitole și din care am reprodus și multe din figurile clasice:

- E. HAUG. — *Traité de Géologie*. Paris, 1908—1911 (Edit. Armand Colin. r. d. Mézières 5)
- E. KAYSER. — *Lehrbuch der Geologie*. Stuttgart, 1912.
- FER. LÖWL. — *Geologie*. Wien, 1906.
- FR. TOULA. — *Lehrbuch der Geologie*. Wien, 1918.
- AUG. ROBIN. — *La Terre, ses aspects, sa structure, son évolution*. Paris.
- P. WAGNER. — *Lehrb. der Geolog. u. Mineralogie*. Leipzig—Berlin, 1917.
- K. ZITTEL. — *Gondzüge der Palaeontologie*.



## ERRATA.

La pag.	114,	rândul 11,	de jos	cuvântul	oxidare	se va citi	polimerizare
" "	116,	rândurile 9-15	de sus,	inclusiv,	se suprimă		
" "	139,	rândul 2	de jos	cuv. ntul	fermentare	se va citi	transformare
" "	155	" 9	" sus	"	acțiunei	" " "	acțiunea
" "	178	" 12	" "	"	incepe	" " "	incep
" "	198	" 13	" jos	"	din	" " "	in
" "	202	" 5	" "	"	mai	" " "	mari
" "	208	" 6	" sus	"	aceea	" " "	aceea
" "	221	" 14	" jos	"	din	" " "	prin
" "	240	" 16	" sus	"	fo	" " "	foc
" "	240	" 17	" "	"	actali?	" " "	ac'uali
" "	265	" 5	" "	"	formale	" " "	formate
" "	277	" 1	" "	"	Mare	" " "	Marea
" "	283	fig. 189	" "	"	argyriacus	" " "	argypticus
" "	298	rândul 12	de jos	"	Hypsiprinitus	" " "	Hypsiprinitus
" "	318	nota din josul	paginii	se raporta	la Archeian	nu la	Algonkian
" "	324	fig. 246	"	cuvântul	Vellheimi	se va citi	Vertheimi
" "	329	rândul 12	de sus	"	Cu	" " "	Ca
" "	350	" 2	" jos	"	Fenz	" " "	Fenz
" "	359	" 8	" sus	"	Con-	" " "	Cont-
" "	365	" 1	" jos	"	marine	" " "	marnis
" "	373	" 3	" "	"	acasta	" " "	acastia
" "	374	" 8	" "	"	polaris	" " "	polaris
" "	374	" 3	" "	"	Deparat	" " "	Deparet
" "	389	" 3	" "	"	limitate	" " "	limitante
" "	394	" 5	" sus	"	tecnic	" " "	tactonica
" "	412	" 15	" "	"	sedimentul	" " "	sedimentarul
" "	415	" 18	" "	"	cu	" " "	că
" "	415	" 19	" "	"	de	" " "	de
" "	449	" 10 și 11	de jos	cuvântul	rezinificare	se va citi	polimerizare
" "	457	" 19	de jos	cuvântul	cimeriens	se va citi	kimeriene.

*Notă.* Atragem atențiunea domnilor Profesori că pentru a evita oboseala cititului, în loc de litere mici (petit) pentru capitolele destinate numai lecturii, s-au întrebuințat aceleași litere însă mai dese.